N° d'ordre : 26

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR DE 3e CYCLE
SPÉCIALISÉ GÉOLOGIE CARTOGRAPHIQUE ET GÉOTECHNIQUE

PAR

Georges MONEK
Licencié es-Sciences

THÈSE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CORRÉLATIONS EXISTANT ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES D'UNE FORMATION MEUBLE

Soutenues le Décembre 1964, devant la Commission d'Examen

JURY : MM. DREYFUSS, Professeur — Président
THÉOBALD, Professeur
THIEBAUT, Professeur
ROUSSEAU, Ingénieur Géotechnicien — Examinateurs

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547626_0031

N° d'ordre : 26

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR DE 3e CYCLE
SPÉCIALISÉ GÉOLOGIE CARTOGRAPHIQUE ET GÉOTECHNIQUE

PAR

Georges MONEK
Licencié es-Sciences

THÈSE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES CORRÉLATIONS EXISTANT ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES D'UNE FORMATION MEUBLE

Soutenues le **Décembre 1964, devant la Commission d'Examen**

JURY : MM. DREYFUSS, Professeur — Président
THÉOBALD, Professeur
THIEBAUT, Professeur
ROUSSEAU, Ingénieur Géotechnicien — Examinateurs

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

UNIVERSITE
DE
BESANCON

F A C U L T E D E S S C I E N C E S

(à la date du 23 Novembre 1964)

Doyen Honoraire : M. GLANGEAUD

Professeurs Honoraires : MM. BAILLAUD R., DUFFIEUX, THIRY, TRILLAT, UEBERSFELD, VINCENSINI

Maitre de Conférence Honoraire : M. GRANIER

DOYEN : M. JACQUEMAIN : Chimie Appliquée

ASSESSEUR : M. MESNAGE : Chronométrie

PROFESSEURS :

MM.	TRONCHET	: Botanique
	CHATELET	: Mathématiques
	PERROT	: Chimie Générale
	DREYFUSS	: Géologie Minéralogie
	THEOBALD	: Paléontologie et géologie stratigraphique
	CROISOT	: Méthodes mathématique de la Physique
	QUANTIN	: Botanique
	NAHON	: Mécanique Générale
	CHALEAT	: Mécanique Appliquée
	BERNARD	: Chimie-Physique
	RIPPLINGER	: Physiologie Animale
	RIGAL	: Calcul Numérique
	VIENOT	: Physique
Mme	ROZIS	: Physique
MM.	THIEBAUT	: Géologie Minéralogie
	GOMOT	: Zoologie
	PLUVINAGE	: Physique Théorique
	ARBEY	: Astronomie

PROFESSEURS ASSOCIES :

M.	DEFIX	: Mécanique Appliquée

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM.	POTIER	: Physique des Solides
	DEVIN	: Chimie Générale
	MOTCHANE	: Electronique

MAITRES de CONFERENCES :

MM.	VALLEE	: Mathématiques Appliquées
	REAL	: Zoologie
	GOUARNE	: Mathématiques
Mle	LEGRAND	: Botanique
MM.	CERUTTI	: Chimie Appliquée
	REMOND	: Chargé d'enseignement de la maîtrise de Conférences de Chronométrie.
	BONNEAU	: Chargé d'enseignement de la maîtrise de Conférences d'Astronomie.
	GUERIN	: Chargé d'enseignement de la maîtrise de Conférences de Mathématiques.

CONSEILLER ADMINISTRATIF UNIVERSITAIRE : M. LAMBERT

C'est d'abord à Monsieur le Professeur DREYFUSS, Directeur du Centre de Géologie Cartographique et Géotechnique, qui par son enseignement et par ses conseils m'avait orienté vers cette branche passionnante de la Géologie, que j'exprime ma profonde et respectueuse gratitude.

Je remercie bien vivement Messieurs les Professeurs THEOBALD et THIEBAUT pour leur enseignement et d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

Que Monsieur le Professeur MILLOT, Directeur du Laboratoire de Géologie et Paléontologie de STRASBOURG, qui a bien voulu analyser mes échantillons et ses collaborateurs qui ont participé à ces travaux, trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur ROUSSEAU, Ingénieur Géotechnicien, qui par

son expérience, par ses conseils et par son contrôle étroit, m'a permis de mener à bien cette étude.

La Direction de la SOCIETE BEARNAISE qui a très aimablement mis à ma disposition son laboratoire de Mécanique des Sols et les documents d'Etude de ses archives, est associée à ces remerciements.

Mes remerciements iront également à toutes les personnes qui ont apporté leur collaboration à la réalisation de cet ouvrage, en particulier à Madame PIGNON qui a bien voulu accepter la frappe de mon texte .

X

X X

I N T R O D U C T I O N

Une formation meuble est en modification continuelle par des processus diagénétiques. La taille, la forme et même la constitution minéralogique des éléments varient continuellement .

De ce point de vue, il convient donc de prendre très nettement conscience que l'étude d'un sédiment, à un moment donné, ne permet que d'apprécier les qualités qu'il possède à un stade particulier de son évolution.

Si cette évolution est parfois lente, à l'échelle de la durée d'utilisation d'une construction, il n'en est pas de même dans tous les cas.

La méthode d'étude d'un terrain de fondation doit donc permettre de connaître l'histoire du matériau, ses caractéristiques actuelles, ainsi que la vitesse et la nature de ses modifications prévisibles, en fonction des sollicitations nouvelles auxquelles on le soumet .

Il nous est apparu que géologie et mécanique des sols devraient être indissolublement liées dans tout raisonnement pratique tenant à apporter des conclusions au sujet d'un sol de fondation .

A priori, une discontinuité semble exister entre ces deux disciplines.

En fait, à notre point de vue, il y a des moyens de passage intéressants .

Dans le cas des matériaux argileux, la mesure des caractéristiques physiques et en particulier les limites d' Atterberg constituent une méthode intéressante pour mettre en évidence la liaison existant entre les deux disciplines.

Ce fait est illustré dans le présent volume, par l'étude de plusieurs exemples choisis dans les matériaux argileux de la région de Poitiers.

Dans cet ouvrage, nous ne présentons donc ni un travail de géologie classique, ni une étude géotechnique complète. Il s'agit plutôt d'une recherche de méthode de rationalisation de la reconnaissance géologique et géotechnique des formations meubles, en vue de son application .

X

X X

EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE

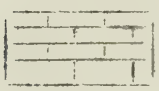
Feuille de POITIERS N° 147 (2° Edition)

Echelle $\frac{1}{80.000}$

====

LEGENDE

Formations tertiaires



Calcaire CALLOVIEN

Calcaire BATHONIEN

Calcaire BAJOCIEN

NOTA : Les formations géologiques antérieures au BAJOCIEN et postérieures au TERTIAIRE ne sont pas figurées sur la carte .

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les matériaux étudiés dans le présent ouvrage proviennent des gisements situés (généralement) sur le plateau qui se trouve au Sud-Est de POITIERS, entre la vallée du CLAIN et celle de la VIENNE.

Comme celle de tous les plateaux de la Région de POITIERS, la topographie de la zône parcourue est relativement peu accidentée. L'altitude moyenne des différents points oscille entre 111 m. et 146 m N.G.F. Les points bas correspondent généralement à des vallées avec ou sans circulation d'eau superficielle (vallée sèche) .

Notons que certaines vallées ne sont que temporairement "sèches" et en périodes de précipitation, elles donnent lieu à un ruissellement d'eau souvent important .

Les dénivellations les plus importantes de la Région se trouvent précisément à la limite du plateau étudié, où les deux rivières principales de la Région, le CLAIN et la VIENNE, ont entaillé les massifs calcaires,formant ainsi une vallée profonde, dominée par des escarpements souvent verticaux (Le CLAIN à POITIERS : 78 mNGF., la VIENNE à CHAUVIGNY : 68 m NGF.).

Du point de vue hydrográphique, il n'existe aucune

circulation d'eau superficielle importante sur le plateau même. Néanmoins, on peut citer la MIOSSON, ruisseau qui prend sa source à proximité de GIZAY (feuille de CHAUVIGNY x : 456 ; Y : 161,2) et qui se jètte dans le CLAIN à Saint-BENOIT, au sud de POITIERS ; la DIVE dont la source se trouve au Sud de VERRIERES (feuille de GENCAY x: 466,1 ; y : 155) peut également être mentionnée, quoique ce ruisseau présente un régime très instable, influencé par des phénomènes karstiques. La DIVE rejoint la VIENNE en amont de TOULON (feuille de CHAUVIGNY x : 470,50; y : 166,8).

X

X X

I° P A R T I E

DESCRIPTION DES FORMATIONS GEOLOGIQUES de la REGION ETUDIEE

Après une description rapide des formations rocheuses du substratum, nous présentons plus en détail les matériaux meubles faisant l'objet de notre étude.

Le sous-sol de la Région est constitué essentiellement par des terrains secondaires et tertiaires reposant sur un socle éruptif du type Massif Central - Limousin.

Etant donné la faible importance des affleurement de roches éruptives à l'intérieur du secteur étudié, il semble inutile de s'attarder sur la description détaillée de ces roches. Les seuls affleurement se trouvent dans la Vallée du CLAIN, à proximité de LIGUGE (agglomération au Sud de Poitiers), le long de la voie ferrée POITIERS-BORDEAUX.

Une description plus détaillée des terrains Secondaires et Tertiaires s'impose par contre, puisque d'une part, ils forment l'ossature des plateaux étudiés, donnant ainsi le substratum aux matériaux meubles, et que d'autre part, ils participent à la constitution de ces formations meubles directement par leurs produits d'altération (ex: argile de décalcification).

Il faut par ailleurs remarquer que les terrains secondaires calcaires servent souvent d'assise pour les

fondations profondes (pieux). La présentation rapide de quelques caractères facilement reconnaissables et de quelques fossiles caractéristiques se révèlera certainement précisuse pour un constructeur soucieux de connaître l'histoire géologique de son assise de fondation, ce qui lui permettra de prévoir souvent la réaction du terrain lors de sa mise en charge .

X

x x

FORMATIONS SECONDAIRES

LIAS SUPERIEUR

l^3. DOMERIEN

- Calcaire dolomitique gréseux de couleur parfois brunâtre, d'une douzaine de mètres d'épaisseur.

Il renferme : AMALTHEUS MARGARITATUS
AMALTHEUS SPINATUS
BELEMNITES NIGER
GRYPHAEA CYMBIUM
PECTEN AEQUIVALVIS

Ce sont les terrains secondaires les plus anciens affleurant à l'intérieur de la zône étudiée.

l^4. TOARCIEN

- Formation calcaro-gréseuse, surmontée par des marnes et calcaires marneux de couleur généralement bleuâtre (épaisseur environ 10 mètres).

La faune est composée de :

HILDOCERAS BIFRONS
GRAMMOCERAS TOARCENSE
HARPOCERAS FALCIFERUM
HAMMATOCERAS INSIGNIS
RHYNCHONELLA CINOCEPHALA
BELEMNITES HASTATUS

Les fossiles sont souvent pyriteux.

Les affleurement toarciens se trouvent généralement dans les vallées profondes creusées par la VIENNE et le CLAIN ou par leurs affluents.

Sous les plateaux, les marnes imperméables supportent la circulation d'eau souterraine la plus importante de la Région.

l^5. AALENIEN

- Calcaires dolomitiques grisâtre, parfois oolithique (oolithes ferrugineuses assez souvent), renfermant de nombreux silex noirs.

Parmi les fossiles caractéristiques, nous citons :

GRAMMOCERAS AALENSE
GRYPHAEA BEAUMONTI
RHYNCHONELLA CYNOCEPHALA
LIOCERAS OPALINUM
LUDWIGIA MURCHISONAE

Les calcaires aaléniens sont visibles dans la partie supérieure des falaises bordant les vallées profondes et forment le fond des vallées moyennes (ex: Vallée de la DIVE).

La tranchée de la R.N. 10 (Poitiers-Bordeaux) permet d'étudier cette formation, à CROUTELLE, localité située à 4 km au sud de POITIERS.

J^{IV}. BAJOCIEN

Il comprend :

- un massif de calcaire dolomitique (80 m d'épaisseur) sublamellaire ou suboolithique, renfermant quelquefois des rognons de silex gris, surmontant
- une masse de calcaire à entroques de couleur rosé (Région de GENCAY).

Les fossiles sont extrêmement rares dans cette formation. Néanmoins, nous pouvons citer :

RHINCHONELLA PLICATELLA
RHINCHONELLA SPINOSA
RHINCHONELLA BAJOCENSIS
TEREBRATULA PEROVALIS
SONNIA SOWERBYI

Il est important de noter que les calcaires bajociens renferment par endroit des faciès sableux, véritables bancs de sables dolomitiques de couleur grisâtre. Ces bancs interstratifiés, dont l'épaisseur est de l'ordre de 1,oo m, sont bien visibles dans le front de taille de la carrière de CROUTELLE. Ce sont également ces bancs de sables qui sont à l'origine des masses de sables jaunes remarquées dans la tranchée de la R.N. 10, à proximité du même village. Ces sables se retrouvent, souvent remaniés, dans les formations superficielles.

Les calcaires bajociens forment la majeure partie du substratum de la zône étudiée.

$J.^{I-III.}$ BATHONIEN

Il forme à POITIERS les escarpements qui dominent le CLAIN et la BOIVRE.

La partie supérieure de l'étage est constituée par des calcaires gris, massifs, avec rarement, des Polypiers et souvent des rognons de silex gris.

Dans la vallée de la VIENNE, le Bathonien est oolithique. La partie supérieure est composée d'oolithes miliaires, recimentées par un calcaire saccharoïde formant ainsi une roche blanche. Dans la partie inférieure, les oolithes deviennent plus fines.

Les fossiles y sont extrêmement rares.

L'épaisseur maximum de l'ensemble peut atteindre 150 m.

Le calcaire oolithique est activement exploité dans les importantes carrières de la Région de TERCE, de FORGES-MOULISMES et de CHAUVIGNY ("pierre de Chauvigny").

$J.^{1}$ · CALLOVIEN

Cet étage est le plus souvent représenté par des calcaires blancs, crayeux, oolithique, se débitant en plaquettes.

La faune est très abondante et les fossiles les plus caractéristiques sont :

MACROCEPHALITES MACROCEPHALUS
REINECKEIA ANCEPS

Le Callovien ne couvre qu'une très faible surface dans la zône prospectée. (Voir les carrières en exploitation - ou abandonnées - à proximité de la R.N. N° 151 POITIERS - CHAUVIGNY) - (St-JULIEN l'ARS - JARDRES - LAVOUX).

JURASSIQUE SUPERIEUR - CRETACE INFERIEUR -

Il n'existe pas de formation Jurassique postérieure aux terrains Calloviens, dans la Région étudiée.

En ce qui concerne le Crétacé Inférieur, plusieurs auteurs ont récemment émis l'hypothèse d'une transgression de la mer Cénomanienne jusqu'à 10 - 15 km au Sud de POITIERS, mer qui aurait abandonné des dépôts sableux dans les poches karstiques des calcaires jurassiques.

Les argiles noires de certaines cuvettes sidérolithiques (VERNON) seraient également comparables à des formations de Crétacé inférieur.

X X
X

LA TECTONIQUE DES COUCHES JURASSIQUES

La tectonique de la Région est apparemment peu complexe.

Les couches jurassiques présentent un léger pendage général NW (bordure sud du Bassin de Paris), tout en étant affecté localement par de petites ondulations, plissements et cassures qui suivent la direction "sud-armoricaine" (N 45° W).

Les accidents tectoniques les plus importants ont été mis en évidence dans la Région de LIGUGE et du MOULIN (faille de LIGUGE, au Sud de POITIERS) (Voir bibliographie).

Cependant, l'existence d'autres failles n'est pas exclue (ex: Région de LUSSAC-les-CHATEAUX et de CHAUVIGNY), mais leur étude est rendue difficile par le terrain de couverture important (manteau).

X X X

LA SURFACE DES PLATEAUX CALCAIRES

Avant de poursuivre la description des formations géologiques plus récentes, il est nécessaire de préciser qu'avant l'apparition (et la formation) de ces matériaux meubles qui recouvrent les plateaux, le massif calcaire jurassique a longtemps été émergé et exposé à l'action d'une érosion intense. (eaux météoriques et vent). Le résultat de cette érosion a été le développement au sein de la masse calcaire d'un régime karstique avec tous ses caractères superficiels et profonds.

Etant donné la liaison étroite qui existe entre cette structure karstique et les dépôts superficiels, il est nécessaire d'évoquer quelques définitions concernant le karst.

Ce"rappel"paraît d'autant plus indispensable qu'il n'est pas rare de rencontrer encore des techniciens constructeurs qui ignorent ou négligent totalement ce phénomène qui rend très complexe beaucoup de problèmes de fondations en pays calcaire et notamment dans la Région de POITIERS.

LE KARST

Un massif calcaire, soumis à l'action des eaux météoriques, est attaqué par l'eau chargée de gaz carbonique. Si le calcaire est fissuré (diaclases ou microfissures), les eaux tombées à la surface du calcaire s'infiltrent à l'intérieur de la masse et par leur action dissolvante élargissent progressivement les fissures, créant ainsi des cavités souterraines de toutes dimensions (gouffres, cheminées, salles, etc...).

A la surface du plateau, l'ouverture des fissures s'élargit également, prenant la forme d'un entonnoir (entonnoir de dissolution), dont le rayon peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

Dans ce cas, si une cavité souterraine se trouve à proximité de la surface du sol, la voûte peut s'effondrer provoquant ainsi une dépression superficielle (doline) dont le centre est occupé par des blocs de calcaire de tailles variables, l'ensemble ayant un aspect chaotique .

Si l'effondrement n'obstrue pas complètement la communication avec le réseau souterrain, l'élargissement de la cuvette continue d'une façon plus intense.

Le résultat de cette érosion superficielle et profonde est le développement du régime karstique et l'élaboration d'une surface très accidentée et criblée de dépressions de dimensions et de profondeurs variables.

C'est sur une "surface d'érosion" ainsi préparée que les formations ultérieures tertiaires et quaternaires se sont accumulées en grande masse. En comblant les irrégularités du substratum, ces dépôts ont réalisé la surface actuelle, relativement calme qui porte cependant les indices d'un régime karstique en pleine activité.

X X

X

FORMATIONS TERTIAIRES

La période d'émersion totale a été suivie, au début de l'ère tertiaire, par un régime purement lacustre devenant fluvio-lacustre vers l'EOCENE moyen.

Les dépôts formés pendant cette époque peuvent être classés dans les deux grands groupes suivants, correspondant à des conditions de sédimentation différentes.

CALCAIRES ET MARNES LACUSTRES

Ce sont des roches blanches, friables et très pures. Les fossiles sont rares dans cette formation.

Les calcaires lacustres occupent généralement les dépressions préexistantes dans le calcaire jurassique, sans former actuellement de reliefs caractéristiques qui permettraient de repérer les gisements. De plus, comme c'est souvent le cas "le lacustre" est recouvert, presque toujours par des matériaux fluvio-lacustres, ce qui rend la tâche encore plus difficile .

Néanmoins, un important gisement est bien visible (grâce à une exploitation) à proximité de GENCAY, en bordure de la route départementale N° 13 GENCAY-LUSSAC les Châteaux.

Les formations lacustres se supersposent, à cet endroit, aux calcaires à entroques du BAJOCIEN inférieur.

D'autres dépôts lacustres ont été rencontrés dans la Région de TERCE, sous la forme d'un calcaire blanc, friable en état de décomposition plus ou moins avancé .

Il est important de souligner que le calcaire lacustre occupe à TERCE des "poches" du calcaire jurassique. Le contact JURASSIQUE - "LACUSTRE" est bien visible en plusieurs points de la carrière .

SABLES ET ARGILES MULTICOLORES - (SIDEROLITHIQUE)

Ce sont les matériaux qui ont fourni une grande partie des échantillons étudiés. Leur description sera, par conséquent, beaucoup plus détaillée que celle des formations plus anciennes .

Sous le nom de SIDEROLITHIQUE, on désigne une formation géologique très complexe, constituée essentiellement de masses de sables et d'argiles de couleur, de nature et de composition minéralogique très différentes, renfermant souvent des concrétions et des encroûtements de fer (autrefois exploités) d'où le nom de SIDEROLITHIQUE.

Ces matériaux argilo-sableux existent presque partout sur la surface du plateau étudié. Ils comblent les dépressions karstiques sur une épaisseur souvent considérable.

La localisation de ces dépôts est très difficile. L'établissement de leur contour est quasi impossible par les moyens de lever géologique classique, car aucun indice de surface ne permet de suivre l'extension d'une cuvette sidérolithique.

La végétation acidophile (fougères en particulier) abondante généralement sur ces matériaux, peut être considérée comme un indice approximatif; mais en aucun cas il ne faut baser un lever cartographique sur ces indices. (La cuvette de VERNON est dans un champ sans végétation acidophile).

D'autre part, la surface des plateaux étant couverte de nouveau par des dépôts fluviatiles abandonnés ultérieurement (pliocène), les dépôts sidérolithiques superficiels ont été soumis à un mélange avec ces matériaux, ce qui rend encore plus difficile la localisation des cuvettes.

Par conséquent, pour l'étude des matériaux sidérolithiques, il est nécessaire d'employer des méthodes mécaniques (sondages), ou de rechercher des excavations importantes (carrières, fouilles, terrassements, tranchées) qui permettent d'atteindre les zônes plus profondes de la masse, où les effets de surface n'ont pas modifié les caractères initaux des dépôts .

X X
X

CUVETTE DE VERNON

- Situation géographique

Carte d'Etat-Major - échelle $\frac{1}{50.000}$

Feuilles de : Chauvigny et Gençay

Coordonnées Lambert X : 456

Y : 161

Altitude N.G.F. :+121 m

VERNON se trouve à 15 km au Sud-Est de POITIERS, sur la route départementale N° 12.

A la sortie Sud-Ouest du village (direction de GENCAY) à côté de la dernière maison, une petite route à gauche mène à la carrière ouverte dans les matériaux sidérolithiques. Elle est activement exploitée par une tuilerie voisine.

L'excavation est ouverte dans un sol dont la surface topographique ne présente aucun relief.

La superficie de la fouille est de 300 x 300 m environ, soit 90.000 m2. Sa profondeur maximale atteint 12,oo mètres.

La superficie totale (et non encore exploitée) de la cuvette est très difficile à estimer, car aucun indice ne permet de tracer le contour précis des dépôts argileux. Si l'on se fie aux indices donnés par la végétation , ou par

les accumulations d'eau superficielles, on peut estimer qu'une grande partie de la cuvette est encore non exploitée, surtout dans la direction Sud-Ouest.

Description des matériaux de la cuvette

La cuvette même est vraisemblablement d'origine karstique, creusée dans les calcaires gréseux du Bajocien.

Le substratum n'est visible que sous la forme de blocs de calcaire, recouverts d'une carapace de calcite bien cristallisée. Les blocs se trouvent surtout au centre de l'excavation .

La partie la plus profonde de la cuvette est occupée par un dépôt argileux de couleur noire, ou gris foncé, renfermant des éléments charbonneux. Certains auteurs comparent cette formation au faciès WEALDIEN.

En dehors des débris charbonneux, les argiles noires ne renferment aucun autre élément, tel que galets ou blocs roulés ou non .

Le passage entre les argiles noires et les formations susjacentes s'effectue brusquement. La surface de l'argile noire est irrégulière, ce qui est un indice de ravinement, précédant ou accompagnant l'arrivée de la masse sablo-argileuse.

Les matériaux qui surmontent les argiles noires sont les sables et argiles multicolores du sidérolithique caractéristique, formant à première vue une masse absolument désordonnée.

Les différents matériaux ne se présentent pas en lentilles superposées, mais en masses de formes irrégulières et de plusieurs mètres d'épaisseur, le plus souvent sans aucune stratification, à l'exception de quelques endroits où les sables quartzeux micacés montrent une stratification oblique, rappelant la disposition des dépôts de fond d'un delta torrentiel.

Certains sables renferment des carapaces ou concrétions de fer.

D'autres sont blancs, absolument purs, de granulométrie homogène.

La fraction argileuse du Sidérolithique de VERNON est également très hétérogène. La couleur des argiles varie entre le rouge brique, rose ou blanc, passant par le jaune ocre et vert. D'une façon générale, les argiles rouge vif se trouvent en profondeur, au niveau des argiles noires.

Il n'existe aucun galet ou gravier roulés dans ces argiles.

Dans la partie supérieure de la cuvette, les formations sidérolithique sont très chargées en fer pisolithique. La couleur de la masse est rouge, entrecoupée par plusieurs traces blanches.

Tout à fait à la surface du sol, les matériaux se chargent d'éléments roulés et ceci indique un remaniement ultérieur. (histoire géologique différente).

CUVETTE DE GENCAY

- Situation géographique

Carte d'Etat-Major : 1/50.000

Feuille de GENCAY

Coordonnées Lambert X : 459

Y : 157,4

Altitude NGF : + 139 mètres

Cette cuvette est située à proximité de la R.N. N° 741 POITIERS-CONFOLENS, à 3 km au Nord de GENCAY .

En vérité, il s'agit de plusieurs exploitations de carrières, ouvertes dans les masses argilo-sableuses sidérolithiques. Les matériaux fournissent la matière première pour la fabrication des briques dans la tuilerie se trouvant immédiatement à proximité .

L'exploitation qui semble avoir été importante autrefois (plusieurs cuvettes importantes) est ralentie, à cause du faible pourcentage de matières argileuses .

....

Description des matériaux de la cuvette

Les matériaux sidérolithiques occupent une dépression creusée dans les calcaires Bajociens qui forment l'escarpement de la Vallée de la Clouère à GENCAY.

Les matériaux sont essentiellement sableux, de couleur rouge ou jaunâtre. L'élément principal des sables est le quartz en grains gris (souvent de la taille d'un petit pois), mélangé à des éléments micacés et feldspathiques.

La masse de sable ferrugineux est souvent traversée par des veines blanches plus argileuses. Ces veines partent toujours de la surface du sol et contiennent presque dans chaque cas des radicelles mortes ou même vivantes.

Il est possible d'envisager que l'acide humique (du fait de la présence des radicelles)a favorisé l'évolution des éléments feldspathiques en matériaux kaoliniques argileux.

CUVETTE DE TERCE

- Situation géographique

Carte d'Etat-Major : $\frac{1}{50.000}$

Feuille de Chauvigny :

Coordonnées Lambert : X = 463,7
Y = 177

Altitude NGF : + 120 m

Le gisement se trouve à 500 m environ au NW de TERCE (village situé à ESE de POITIERS, entre Fleuré et Chauvigny) sur la route départementale N° 18, TERCE - SAINT-JULIEN l'ARS.

Il s'agit d'une carrière importante, ouverte dans les calcaires Bathoniens dont les couches supérieures sont profondément karstiques. Les cavités et poches sont remplies de : - dépôts sidérolithiques
- argiles de décalcification
- argiles de comblement

La carrière elle-même atteint une trentaine de mètres de profondeur et les dépôts sidérolithiques les plus profonds trouvés, se situent à environ 15 m de profondeur .

Description des matériaux de la cuvette

Les formations sidérolithiques se présentent sous la forme de masses peu importantes comblant des dépressions karstiques superficielles.

Les faciès sableux dominent, accompagnés de plusieurs niveaux argileux de couleurs grise, jaune, blanche et rose .

Il est important de signaler que les parois calcaires des poches sidérolithiques portent des traces caractéristiques d'une érosion éolienne.

La profondeur moyenne des poches est de l'ordre de 8,00 m .

D'autres dépôts sidérolithiques de moindre importance ont été rencontrés en plusieurs autres endroits du plateau .

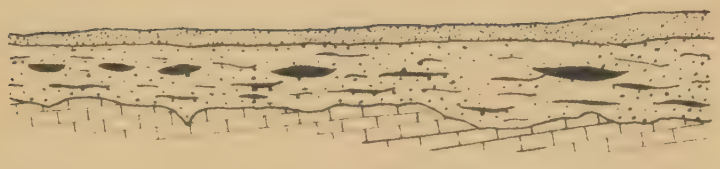
Il en existe notamment :

- dans la tranchée SNCF POITIERS - LIMOGES, à proximité du passage supérieur, route départementale N° 12 POITIERS-NOUAILLE.
- à l'emplacement de plusieurs bâtiments de la nouvelle Faculté des Sciences.
- au lieu dit "La Pointe à Miteau", banlieue Sud de POITIERS, à l'emplacement des constructions LECLANCHE et COMPTEURS DE MONTROUGE.
- à CROUTELLE (4 km Sud de POITIERS) à la hauteur de la bifurcation de la RN.10 et de la RN.11 .
- sur le plateau de la COURONNERIE, au Nord de POITIERS, etc...

HYPOTHESE SUR L'ORIGINE ET SUR LA MISE EN PLACE DES DEPOTS SIDEROLITHIQUES -

Après une longue période de discussion pendant laquelle les géologues ont envisagé plusieurs origines possibles (ex: sables éruptifs); on admet actuellement que les sables et argiles sidérolithiques proviennent de la destruction des roches du Massif Central, du Limousin et de la Gâtine, recouverts à cette époque (Eocène) d'une épaisse couche d'altération de type latéritique.(climat tropical).

Ces éléments ont été transportés par des cours d'eau venant des massifs cristallins et abandonnés dans des cuvettes karstiques occupées ou non par un lac ou une mare .



calcaire secondaire

lentilles d'argile

sable argileux

sables et graviers

SCHEMA MONTRANT LES TROIS STADES DE LA FORMATION DES LENTILLES D'ARGILE

(D'APRES KULBICKI ET MILLOT)

La stratification oblique de certains dépôts sableux (VERNON) semble indiquer un processus de sédimentation comparable à ceux des deltas lacustres, et vient donc renforcer cette hypothèse.

Ces dépôts ont comblé progressivement les irrégularités de la surface karstique et ont créé en même temps un obstacle aux eaux d'infiltration qui ont jusqu'ici pénétré directement dans le calcaire .

Il en résultait le développement d'un régime de lacs ou de mares plus ou moins étendus, sur la surface du plateau et séparés par des croupes sableuses ou par quelques affleurements calcaires .

Une sédimentation fine se développait dans ces lacs. Les éléments fins provenaient, soit du lessivage des éléments kaoliniques du fond sableux, soit d'un transport par le vent (traces d'érosion éolienne sur les parois calcaires). C'est ainsi que se sont formées en partie les masses argileuses intercalées entre les sables .

Par suite d'un recouvrement, dû à un retour du régime torrentiel, ou bien à un glissement de la masse, le dépôt argileux a été enseveli de nouveau et se trouve actuellement à l'intérieur de la masse sableuse.

L'évolution actuelle de la cuvette de VERNON illustré bien cette hypothèse.

En effet, dans la période humide, le fond de la cuvette est occupé par un petit lac de 1 - 3 m de profondeur, recouvrant presque entièrement les argiles noires.

Plusieurs petits ruisseaux, partant du pied des masses sableuses périphériques coulent dans le fond de la cuvette, et avec leurs alluvions viennent rejoindre le lac central . Dans "l'embouchure" du ruisseau se développe un véritable micro-delta fluvio-lacustre, très caractéristique.

Le lac central se trouve ainsi comblé progressivement, en même temps que le pied du front de taille sablo-argileux est lessivé et affouillé. Ce phénomène provoque souvent des glissements de masse venant couvrir les dépôts argileux du fond de la cuvette .

Les éboulement se produisent fréquemment, surtout en période humide (automne, hiver) quand les sables saturés perdent leur cohésion, et poussés par des masses d'argiles gonflantes se déversent en grosses masses dans le "lac central" .

Ainsi donc, l'observation de l'évolution d'une excavation actuelle permet de suivre les phénomènes qui ont pu, vraisemblablement, présider à la mise en place de cette structure irrégulière de la masse argilo-sableuse.

A ces deux phénomènes de comblement (ruissellement et glissements de masses) venait très certainement s'ajouter un troisième : le vent .

Les indices de déflation, observés sur les parois

calcaires de certaines poches sidérolithiques, prouvent en effet que la période de mise en place des dépôts sidérolithiques était une période de vents fréquents, chargés de beaucoup d'éléments solides.

Les vents parcourant les plateaux parsemés de lacs ont édifié des "dunes continentales" à leur bord. Par un déplacement progressif, les sables de "dunes" ont envahi les lacs, recouvrant ainsi les dépôts fins argileux accumulés au fond des cuvettes .

ARGILES DE DECALCIFICATION

En plus des formations sidérolithiques, une grande partie des masses argileuses des plateaux est constituée par un matériau argileux proyenant de la décalcification sur place des calcaires jurassiques et tertiaires.

Les argiles de décalcification se présentent sous la forme d'une masse brun foncé ou jaunâtre, remplissant les cavités (poches de décalcification) superficielles du substratum . (Les "argiles de décalcification" se trouvant en profondeur , sont le plus souvent remaniées - déposées par les eaux souterraines).

Le passage de la roche à la masse d'argile est progressif. On constate dans chaque cas, un véritable zônage, toujours identique dans le cas d'une poche de décalcification non remaniée .

Une première zône correspond à un ramollissement de la roche calcaire qui devient friable, blanche, humide au toucher. Les éléments argileux n'apparaissent pas encore -(zône A) -

Dans la deuxième zône, on observe des blocs de calcaire très décomposés, friables, mélangés à une argile de couleur brunâtre. L'argile contient également des éléments calcaireux, invisibles à l'oeil nu.(effervescence). (zône B) .

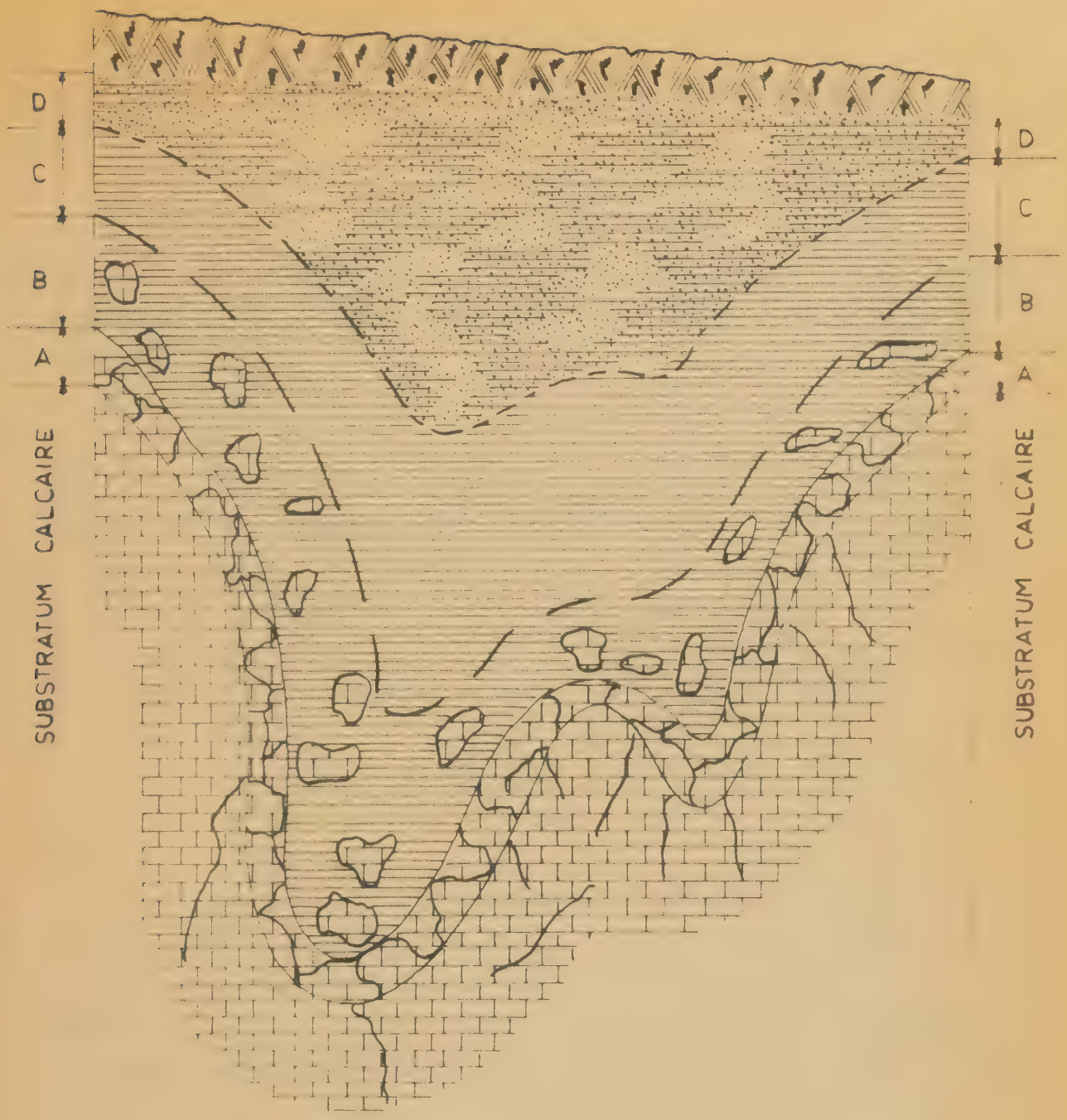


FIGURE SCHEMATIQUE D'UNE ROCHE

DE DECALCIFICATION MONTRANT LES DIFFERENTES ZONES

Cette zône passe progressivement à une argile brun foncé, avec taches de minéralisation (Fe ou Mg ?) sans éléments calcaires. (zône C).

Enfin, la zône centrale de la poche est occupée par un matériau argileux brun clair, jaune ou verdâtre, minéralisé sans aucun élément calcaire. Cette zône peut être souvent remaniée par des matériaux sableux apportés. Dans ce cas, on ne peut plus parler d'éléments de décalcification classique, car d'autres facteurs ultérieurs ont joué et ont modifié les caractéristiques de la masse (zône D).

L'ensemble des zônes A, B et C atteint 0,80 - I,oo mètre d'épaisseur en général.

Chacune d'elle correspond à uneétape de la transformation chimique (décalcification) et physique de la masse calcaire. Elles s'individualisent très nettement par les caractéristiques physiques et mécaniques (géotechniques) constatées sur les matériaux prélevés dans les différentes zônes, ou par les essais sur place effectués dans les différents horizons. Nous reviendrons plus en détail sur cette question dans un paragraphe géotechnique.

X X

X

ARGILE DE COMBLEMENT DES CAVITES KARSTIQUES SOUTERRAINES

Avant de terminer la description générale des formations argileuses des plateaux, il est nécessaire de mentionner l'existence d'une masse argileuse rencontrée exclusivement dans des cavités karstiques souterraines.

L'argile est de couleur verdâtre ou jaune, souvent feuilletée. Elle moule parfaitement les parois calcaires, sans les attaquer. Le passage de l'argile au calcaire est sans aucune zône de transition (décalcification ou autre).

Il s'agit d'un dépôt d'argile abandonné par les eaux souterraines à écoulement lent .

X X

X

En résumé, nous étudierons par la suite les relations qui nous semblent exister entre les caractéristiques géotechniques et géologiques des formations argileuses décrites ci-dessus et qui sont :

- les argiles sidérolithiques des cuvettes
- les argiles de décalcification des plateaux
- les argiles de comblement des cavités karstiques

Nous n'abordons pas, au cours de ces travaux, l'étude de la fraction sablo-limoneuse qui accompagne très souvent les sédiments argileux.

======

2° PARTIE

G E O T E C H N I Q U E

Notre étude géotechnique est basée essentiellement sur l'analyse des caractéristiques physiques des matériaux à tendance argileuse, recueillis en plusieurs points des plateaux.

Cependant, en complément des résultats physiques, nous présenterons quelques valeurs obtenues au cours d'essais mécaniques pratiqués en laboratoire ou sur le terrain. Nous les comparerons chaque fois aux caractéristiques physiques, lors de l'analyse des résultats.

Cette partie géotechnique comprendra :

- un premier paragraphe de généralités où nous exposerons brièvement :
  - le choix des lieux de prélèvements c'échantillons et le procédé d'échantillonnage.
  - les définitions des caractéristiques physiques étudiées au cours de nos travaux.
  - les facteurs qui déterminent les caractéristiques physiques.
  - --quelques relations existant entre les caractéristiques physiques et mécaniques d'un sol.

- un deuxième paragraphe, constitué de la façon suivante :

  - interprétation et discussion des valeurs obtenues
  - précision des mesures
  - confrontation des résultats géotechniques et des données géologiques.
  - quelques résumés d'études de sols en vue de fondations, réalisés à l'intérieur du secteur étudié. Ces résumés permettent d'apprécier les possibilités d'utilisation des matériaux argilo-sableux des plateaux, en fonction de l'importance des futures constructions.

CARTE DES LIEUX D'ECHANTILLONNAGE

Echelle $\frac{1}{80.000}$

I° PARAGRAPHE

LIEU DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

ECHANTILLONNAGE

Les prélèvements d'échantillons doivent être pratiqués dans une excavation récemment ouverte qui pénètre profondément dans le sous-sol et permet d'atteindre les couches non perturbées par des effets de surface.(dessication par exemple).

Cette excavation peut d'ailleurs être tout aussi bien constituée par un sondage mécanique.

Suivant ces principes, les échantillons analysés lors de la présente étude ont tous été prélevés soit dans une carrière (VERNON, TERCE, GENCAY , etc...) soit dans une tranchée ou fouille de terrassement (Faculté des Sciences, Piscine de Poitiers, etc...) ou même à l'intérieur de sondages d'étude (Pointe à Miteau, Z.U.P.P. Couronneries,etc..)

Nous avons prélevé généralement deux sortes d'échantillons dans chaque site :

- échantillons non remaniés
- échantillons remaniés

Les échantillons non remaniés, dits échantillons intacts, sont des éprouvettes de sol prélevé à l'aide d'appareils spéciaux (carottiers et échantillonneurs). On les conditionne (paraffinage) sur place, afin d'éviter des modificiations de leurs caractères naturels avant analyse en laboratoire.

Contrairement aux précédents, les échantillons remaniés sont prélevés sans que soit utilisée une méthode particulière. La seule précaution à prendre au cours du prélèvement consiste à s'assurer que le matériau recueilli soit le plus caractéristique possible de la masse que l'on veut étudier .

EQUIPEMENT POUR L' ECHANTILLONNAGE

Pour prélever les échantillons intacts de façon manuelle, nous avons adopté l'outillage suivant :

- carottiers en acier inoxydable, de diamètres intérieurs de 65 m/m et I"I/2
- marteaux
- enclume pour coiffer le carottier au cours de l'enfoncement par battage
- couteau à longue lame
- échelle de corde et piquets de fixation(pour descendre dans les fouilles).
- huile spéciale pour lubrifier l'intérieur du carottier avant le prélèvement (cela facilitera le démoulage de l'éprouvette au laboratoire).

- paraffine
- réchaud (àgaz)
- sacs de nylon
- bordereaux d'échantillons - étiquettes -
  équipement de géologue classique.

Les échantillons intacts à l'intérieur des sondages mécaniques ont été prélevés à l'aide des carottiers et échantillonneurs à double parois, soit par percussion, soit par rotation.

PREPARATION DES MATERIAUX POUR LES ESSAIS

Les essais proprement dits

Les échantillons intacts sont utilisés directement sans aucun traitement préalable.

Les matériaux remaniés, notamment ceux qui sont destinés à la détermination des limites d'Atterberg ou de la granulométrie, subissent de nombreuses manipulations préparatoires (séchage, séparation, tamisage, humidification etc....) dont la description détaillée figure dans les ouvrages géotechniques classiques, et de ce fait nous ne nous attarderons pas sur ce sujet .

En ce qui concerne le processus des différents essais, nous nous permettons de conseiller également aux lecteurs de consulter les nombreux ouvrages spécialisés.

X X
X

DEFINITION DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES employées comme paramètres dans la présente étude

1) - Teneur en eau We

C'est la perte de poids en eau d'un échantillon, exprimée en pourcentage de la matière solide :

$$We = \frac{\text{poids eau}}{\text{poids de la matière sèche}} \times 100$$

Il se mesure sur l'échantillon intact.

2) - Densité humide γ_h

C'est le poids d'un volume de sol égal à l'unité que l'on mesure directement sur l'échantillon intact.

3) - Poids spécifique γ_s

C'est le poids volumétrique des grains constituant le sol (voisin de 2,6).

De ces caractéristiques, on peut déduire :

- La densité sèche $\gamma_s = \frac{\gamma_h}{1 + We}$

- le pourcentage de vides ou coefficient de porosité moyen

$$n = \frac{\text{volume des vides}}{\text{volume total}} \text{ en } \%$$

- l'indice des vides $e = \frac{n}{1 - n} = \frac{\text{volume des vides}}{\text{volume total} - \text{volume des vides}}$

4) - Analyse granulométrique - Sédimentométrie

Pour les matériaux sableux, la séparation des différentes fractions granulométriques s'effectue par

tamisage, en utilisant des tamis standardisés.

Dans le cas des argiles, on utilise les méthodes par sédimentation (lévigation).

Les résultats obtenus sont représentés sous forme de diagrammes en coordonnées logarithmiques.

5) - Limites d'Atterberg

Le sol argileux contient toujours une phase liquide. Suivant l'importance de cette phase, l'argile peut se présenter sous les trois états suivants : solide, plastique, liquide.

L'ingénieur suédois ATTERBERG a proposé de définir ces trois états par la teneur en eau de l'échantillon au moment du passage d'un état à l'autre .

Il a déterminé ainsi deux limites :

WL = limite de liquidité ; passage de l'état liquide à l'état plastique .

WP = limite de plasticité ; passage de l'état plastique à l'état solide .

La différence des deux (WL - WP) est appelée indice de plasticité (IP) qui correspond au domaine plastique.

En connaissant les valeurs des limites d'Atterberg et la teneur en eau naturelle (We), il est possible de calculer un autre paramètre caractéristique du matériau : la consistance .

Elle se calcule d'après la formule suivante :

$$Ce = \frac{Wl - We}{IP}$$

Il existe d'autres limites, comme la limite de retrait (LR) et limite d'adhérence. Elles n'ont pas été étudiées au cours de nos travaux.

X X
X

FACTEURS DETERMINANTS DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES D'UN SOL

L'expérience montre que l'ordre de grandeur de la teneur en eau des matériaux sablo-limoneux est plus faible que celle des sols argileux.

La distinction entre les matériaux sableux, limoneux ou argileux est essentiellement basée, en mécanique des sols sur des critères granulométriques.

La granulométrie est donc un des principaux facteurs qui conditionnent la teneur en eau naturelle d'un sol.

Cependant, on constate souvent, dans le cas des matériaux classés "argiles" (éléments phylliteux - donc morphologiquement identiques) une dispersion des valeurs de We. On peut admettre que cette dispersion est dûe à des facteurs physico-chimiques, comme les liaisons ioniques entre les particules et le liquide, ou bien à un pouvoir d'adsorption variable selon la nature minéralogique des particules .

La pression de consolidation intervient également dans la détermination de We des matériaux argileux. (On appelle consolidation, la diminution progressive de la

teneur en eau sous charge constante).

En effet, sauf anomalie hydrogéologique, la teneur en eau d'une même formation argileuse diminue en particulier avec l'augmentation de la profondeur .

La densité humide γ_h des sols dépend en premier lieu de We. Elle est donc conditionnée par les mêmes facteurs. Ces facteurs sont : la granulométrie et la composition minéralogique (et par conséquent chimique). We et γ_h sont étroitement liés et leurs valeurs varient d'une façon inverse.

Les limites d'Atterberg semblent également être influencées en premier lieu par la granulométrie des matériaux. Les Valeurs des limites d'Atterberg des matériaux sableux sont extrêmement faibles, contrairement aux argiles dont les limites peuvent présenter des valeurs relativement élevées .

Comment peut-on expliquer l'influence de la granulométrie sur les limites d'Atterberg ?

En premier lieu, il est nécessaire de faire intervenir la notion de surface spécifique .

Définition : On appelle surface spécifique, la surface totale des particules élémentaires contenues dans l'unité de volume .

Il est évident que dans le cas des matériaux à

granulométrie grossière, la surface totale des éléments contenus dans une unité de volume est beaucoup plus faible que dans le cas de grains fins . Comme la quantité d'eau adsorbée dépend de la surface disponible, il va de soi qu' un matériau constitué par des éléments fins peut fixer un volume de liquide plus important que des matériaux grossiers, ce qui explique en partie, la différence des limites.

Si nous parlons de la notion de surface spécifique, il faut faire intervenir les critères morphoscopiqes des grains.

La surface spécifique est mathématiquement plus faible s'il s'agit d'éléments à tendance sphérique que s'il s'agit d'éléments plats. Les limites sont donc plus faibles dans le premier cas que dans le second .

La morphoscopie intervient également d'une autre façons, surtout lorsqu'il s'agit de grains à tendance sphérique.

La surface d'un tel grain peut-être lisse ou rugueuse. Si la surface est lisse, une faible quantité d'eau suffit à la lubrification des grains qui s'écoulent très rapidement. La limite de liquidité est faible.

Si la surface est rugueuse, la lubrification nécessite plus de liquide et il en résulte une augmentation des teneurs en eau, caractéristiques des changements d'état.

De cet exposé, il ressort que les facteurs déterminants des caractéristiques physiques d'un sol doivent être recherchés parmi les cause qui déterminent la composition granulométrique minéralogique et morphoscopique des matériaux.

Ces "causes" sont essentiellement des facteurs "géologiques appartenant au domaine de la géologie sédimen-"taire .

Examinons de plus près ces facteurs géologiques.

La plupart des matériaux qui constituent le sol (dans le sens géotechnique du terme) proviennent, à l' exception des éléments néoformés, de l'altération d'une roche préexistante, appelée souvent "roche mère".

Les éléments de la roche, libérés par les différents agents d'altération, restent sur place, formant un sol autochtone, ou bien ils sont transportés à une distance plus ou moins longue et déposés de nouveau dans des bassins de sédimentation (matériaux allochtones).

Les agents de transport les plus importants sont l'eau et le vent .

Dans les deux cas, il se produit dès le départ, ou bien pendant le transport, une sélection :

- granulométrique
- minéralogique
- morphoscopique

Pour analyser le phénomène, prenons le cas du transport par eau .

Il est bien connu qu'à chaque régime d'écoulement correspond une certaine granulométrie de matériaux transportés et qu'il en résulte un classement granulométrique de l'alluvionnement .

La sélection minéralogique et morphologique est déterminée surtout par la solubilité des matériaux, en même temps que par leur résistance à l'usure. Les éléments solubles, ou peu résitants, sont en effet rapidement réduits à l'état de "farine" (ou de vase) qui est capable de voyager sur une distance plus longue que les éléments grossiers.

Souvent, la composition minéralogique prédétermine, par la structure cristallisée, les caractéristiques morphoscopiques des grains. Un quartz,par exemple, ne donne jamais que des grains à tendance sphérique, alors que les micas sont toujours des paillettes. De cela, on conçoit l'importance des facteurs minéralogiques.

La sélection effectuée par le vent est comparable, à peu de choses près, à celle effectuée par l'eau.

A côté des facteurs géologiques, il en existe d'autres, d'ordre physico-chimique, qui influent de manière déterminante sur les caractéristiques physiques (géotechniques) d'un sol.

Ces facteurs interviennent d'une façon très importante dans les matériaux argileux, où les interactions moléculaires entre les grains et le milieu intersticiel d'une part, et entre les feuillets d'autre part, (attraction, charges électriques etc...) jouent un rôle très important .

x

x x

En conclusion, nous pouvons admettre que tous les facteurs d'ordre géologique et physico-chimique qui interviennent dans la détermination des caractères granulométriques, morphoscopiques et minéralogiques d'un sédiment peuvent être considérés comme facteurs déterminants des caractéristiques physiques d'un sol.

Le sol acquiert donc ces caractéristiques au cours de sa formation ou bien pendant les différentes évolutions diagénétiques(+) qu'il a subi depuis son dépôt jusqu'au moment de son étude.

En une phrase, les caractéristiques physiques d'un sol dépendent de son histoire géologique.

(+) Sous le nom de diagénèse, on groupe tous les mécanismes qui contribuent à l'évolution d'un sédiment.
(ex: transformation d'un sédiment meuble en roche consolidée).

Les facteurs diagénétiques sont très nombreux et leur action est souvent mal connue.

Parmi ces facteurs, les plus importants sont :

- les phénomènes chimiques et biochimiques (action de l'eau -hydratation, déshydratation-); oxydation, absence d'oxydation).

- les phénomènes mécaniques (dessication, compression etc...)

X

x x

QUELQUES RELATIONS EXISTANT ENTRE LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET MECANIQUES D'UN SOL

Les valeurs obtenues au cours des analyses physiques ne sont pas suffisantes pour chiffrer les caractéristiques mécaniques d'un sol, elles permettent cependant d'estimer leur ordre de grandeur .

Angle de frottement interne :

- Définition

La relation entre la composante normale de la contrainte agissant sur une section quelconque d'un sol cohérent et la résistance au cisaillement par unité de surface s'exprime par la relation :

$$S = C + n \operatorname{tg} \varphi$$

dite équation de COULOMB

φ = angle de cisaillement (angle de cisaillement =angle de frottement interne.)

φ est beaucoup plus grand pour les sables que pour les argiles, ou argiles sableuses,. Il est donc fonction de la granulométrie.

Dans un même lot granulométrique φ est influencé par la forme, par la rugosité des grains (grains rugueux φ élevés), ainsi que par leur arrangement et leur serrage.

De ce fait, si nous nous reportons au paragraphe précédent, l'utilité de la détermination des limites d' Atterberg, de We et de la granulométrie nous semble évidente.

LA COHESION

Définition

La cohésion est la résistance au cisaillement des couches adsorbées qui séparent les grains d'un sol - (Terzaghi, page 16).

Elle dépend essentiellement de la teneur en eau, de la finesse des grains et de la nature du complexe d'adsorption .

La cohésion est donc généralement plus grande pour les sols argileux que pour les sols sableux.

Pour un sol argileux, si We $<$ WP (état presque solide) la cohésion est grande. Au fur et à mesure de l'augmentation de We, la cohésion diminue et s'annule au-dessus de Wl de l'argile.

On peut donc admettre que IP (différence de WL et WP) peut donner une bonne indication concernant l'ordre de grandeur de la cohésion d'un sol (sens géotechnique du mot sol).

La compressibilité :

Définition

La compressibilité est l'aptitude des matériaux à la déformation avec diminution de volume.

Il est connu que les matériaux sableux sont beaucoup moins compressibles que les argiles.

Par conséquent, il existe un facteur granulométrique déterminant.

Dans le cas des argiles, la compressibilité est en relation avec la teneur en eau naturelle. Plus la teneur en eau se rapproche de la limite de liquidité, plus l'argile est compressible dans des conditions de drainage correct.

Par conséquent, la connaissance des caractéristiques physiques et des limites d'Atterberg permettent d'estimer l'ordre de grandeur de la compressibilité.

IIº PARAGRAPHE

INTERPRETATION et DISCUSSION des VALEURS OBTENUES

Au cours de nos travaux, nous avons étudié 76 échantillons, prélevés en différents points du plateau calcaire.

Les analyses ont toujours été réalisées dans des conditions expérimentales identiques.

Les résultats obtenus pour chaque échantillon seront groupés sur des tableaux correspondants aux familles de valeurs que nous avons définies de la façon suivante :

Nous avons porté sur une horizontale les valeurs de IP obtenues à propos des différents échantillons. Le diagramme ainsi constitué présente des lacunes dans lesquelles nous avons tracé les limites de séparation. Nous avons distingué cinq familles de valeurs de l'indice de plasticité.

En procédant de la même manière pour WL, nous avons également réussi à déterminer cinq familles de valeurs.

Les familles déduites de IP sont les suivantes :

- famille N° 1 : IP > 65 %
- " N° 2 : 65 % > IP > 54 %
- " N° 3 : 54 % > IP > 47 %
- " N° 4 : 47 % > IP > 17 %
- " N° 5 : 17 % > IP

Les familles déduites des valeurs de la limite de liquidité s'échelonnent de la façon suivante :

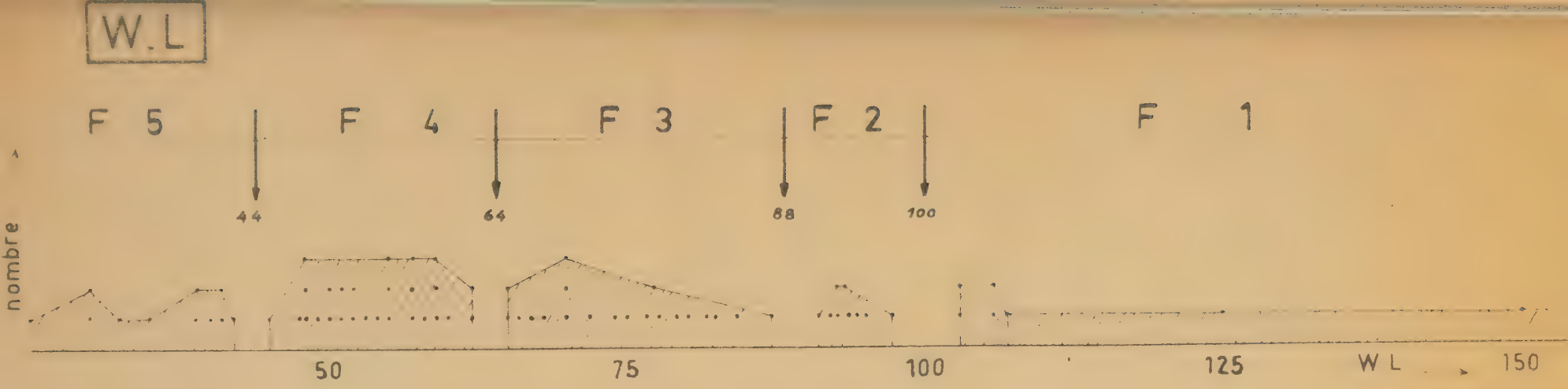
- famille N° 1 : WL > 100 %
- " N° 2 : 100 % > WL > 88 %
- " N° 3 : 88 % > WL > 64 %
- " N° 4 : 64 % > WL > 44 %
- " N° 5 : 44 % > WL > 25 %

La comparaison de ces deux classifications nous a permi de déterminer une ou plusieurs sous-familles à l'intérieur d'une famille principale.

Par la suite, nous étudierons les différents groupes de valeurs ainsi déterminés, du point de vue géotechnique d'abord, puis du point de vue géologique.

x x

x



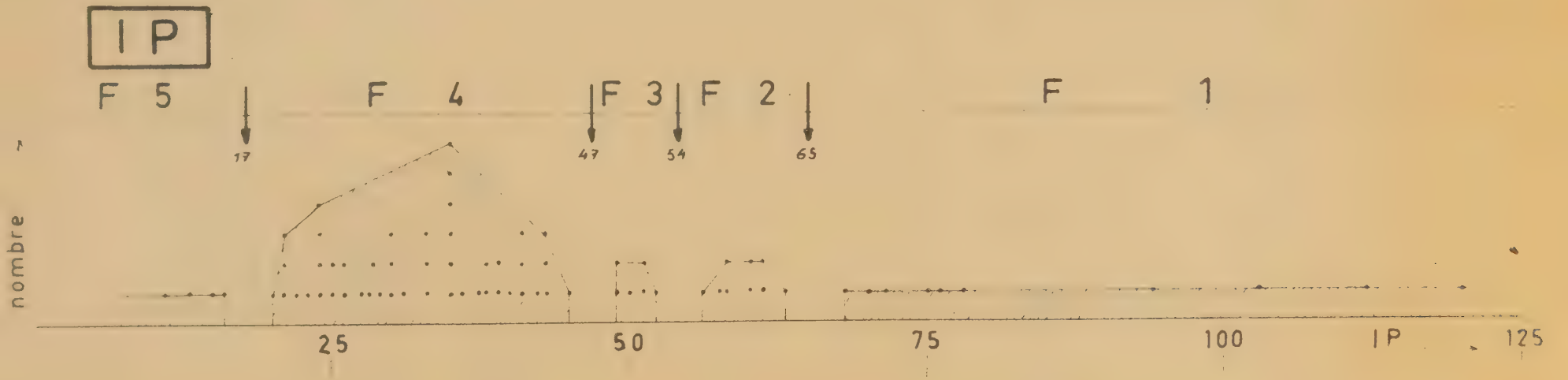


DIAGRAMME MONTRANT LA DECOMPOSITION EN FAMILLES DE L'ENSEMBLE DES ECHANTILLONS ANALYSES D'APRES LEUR LIMITE DE LIQUIDITE ET LEUR INDICE DE PLASTICITE

FAMILLE N° 1 : IP > 65 %

Nous distinguerons deux sous-familles à l'intérieur de cette famille :

- sous-famille A : WL > 100 % - Echantillons N° 14-16-17 18-19-20-21-66 et 68
- sous-famille B : 100 % > WL > 88 % - Ech. 5 et 34

DESCRIPTION DES MATERIAUX

a) Du point de vue géotechnique -
S/S Famille A :

Les valeurs des caractéristiques physiques élevées obtenues sur ces échantillons montrent qu'ils possèdent des propriétes géotechniques spéciales.

La forte valeur de We (48 et 66 %) qui est d'ailleurs supérieure à WP indique que ces argiles sont dans un état naturel plastique et qu'elles peuvent subir des déformations importantes sous l'effet d'une surcharge .

La faible valeur de γ_h confirme les indications précédentes (faible pourcentage d'éléments solides dans l'unité de volume).

Les limites d'Atterberg très élevées (WL > 100 %) indiquent une granulométrie extrêmement fine et une composition minéralogique vraisemblablement spéciale .

La grande aptitude à se gonfler au contact de l'eau confirme d'ailleurs que nous sommes en présence de minéraux phylliteux, possédant un réseau cristallin lâche (attraction interfoliaire faible), ce qui permet une pénétration des molécules d'eau à l'intérieur du réseau, entre les feuillets (ex: argile montmorillonitique), d'où gonflement .

En ce qui concerne le comportement mécanique de ces argiles, nous pouvons admettre qu'elles possèdent une cohésion (c) relativement importante, dûe à la tension capillaire, alors que l'angle de frottement interne est pratiquement nul.

Nous avons réalisé deux essais oedométriques sur les échantillons N°16 et N°19. Ces essais nous ont permi d'obtenir des pressions de consolidation respectives de 1,1 Kg/cm2 (N°16) et de 1,25 Kg/cm2 (N°19) qui sont très proches l'une de l'autre et correspondent à une argile chargée normalement .

Les modules oedométrique faibles (18-30-46-80) indiquent une grande déformabilité .

Dans la description des échantillons appartenant à cette s/s famille, il est nécessaire de traiter à part les échantillons N° 66 et 68.

L'échantillon N° 66, prélevé à TERCE, différait des argiles précédentes, car il contenait un très fort pourcentage d'éléments calcaires. Malgré la présence de ce calcaire, les valeurs des limites d'Atterberg restent très

élevée et l'on doit admettre que la fraction argileuse de cette argile est constituée par des minéraux doués de propriétés d'adsorption, et d'absorption d'eau extrêmement importantes.

L'échantillon N° 68 correspond à des matériaux argilo-calcareux traités à H Cl dilué. Etant donné les conditions assez imprécises de ce traitement, nous n'en tirerons pas de conclusions capitales . Nous considérons cela comme un simple essai de démonstration de ce que les éléments calcareux abaissent considérablement les valeurs des caractéristiques physiques. Nous ne pouvons pas, en effet, considérer les valeurs élevées obtenues dans ce cas, comme représentatives des caractéristiques physiques naturelles de la fraction argileuse, car des phénomènes chimiques parasites ont pu se produire au cours du traitement à H Cl.

S/S Famille B

Malgré des valeurs de IP relativement élevées 70,5 % et 68 %, les autres caractéristiques de ces échantillons sont nettement inférieures aux valeurs obtenues dans le S/S Groupe A.

Ceci permet de supposer que les matériaux correspondants sont différents des précédents .

Nous les rapprochains plutôt de la famille N° 2 .

b) Du point de vue géologique

S/S Famille A

Les échantillons formant cette sous-famille ont été prélevés dans le fond de la carrière ouverte dans les matériaux sidérolithiques à VERNON.

Ces matériaux argileux forment des masses lenticulaires de couleur rouge vif, jaune d'or, marron foncé ou rose. Le mélange de ces couleurs donne souvent un ensemble marbré, de teintes vives.

La dimension des lentilles peut varier de quelques centimètres à plusieurs mètres (2 à 3 m).

Il est important de noter que ces argiles à l'état pur ne se trouvent qu'en profondeur (entre 8 et 10 m) au voisinage des argiles noires occupant le fond de la cuvette.

Remaniés, ces matériaux peuvent se mélanger à d'autres (sables blancs par exemple) situés à un niveau supérieur.

L'examen microscopique de la fraction granulométrique grossière (retenue sur le tamis de 0,01 mm) de l'échantillon N° 16 montre que les grains sont constitués en majorité par des quartz arrondis et mats. Quelques éléments transparents, généralement anguleux, ont également été observés .

Dans la fraction grossière de l'échantillon N° 17, nous avons remarqué sensiblement les mêmes éléments.

L'échantillon N° 66 de TERCE a été recueilli dans la partie supérieure de la carrière, à l'intérieur d'une masse de calcaire très blanc, friable, sans fossiles, rappelant beaucoup le faciès des calcaires lacustres de la région de POITIERS.

L'argile, de couleur vert cru, forme des nodules ou veines de quelques centimètres, parcourant le calcaire blanc. Etant donné la finesse des veines d'argile, il nous était impossible de prélever des matériaux argileux purs. Par conséquent, l'échantillon que nous avons analysé contenait un fort pourcentage d'éléments calcaires.

Nous précisons tout de suite que nous n'avons rencontré ces argiles vertes en aucun autre endroit, pendant nos travaux .

L'échantillon N° 68, prélevé à TERCE , correspond en vérité à la fraction argileuse pure de l'échantillon N° 61. C'est le filtrat recueilli par lavage à l'eau distillée de l'échantillon N° 61 traité à H Cl.

S/S Famille B

L'échantillon N° 5 provient d'une cavité karstique de la carrière de CROUTELLE . C'est une "argile de comblement" (voir description géologique générale) de couleur jaune verdâtre, ne renfermant aucun élément macroscopique.

Nous rapprocherons cet échantillon de ceux qui portent les N° 4 et 6 et qui ont été prélevés dans des conditions géologiques identiques. Les valeurs des caractéristiques physiques sont d'ailleurs très voisines.

L'échantillon N° 34, prélevé sur le plateau des Couronneries à POITIERS, est selon toute vraisemblance, une variété remaniée des matériaux sidérolithiques purs du "type VERNON".

En effet, cette éprouvette N° 34 contenait une argile de couleur jaune rougeâtre, veinée de blanc, rappelant les matériaux de VERNON dont elle doit représenter une variété légèrement limoneuse.

EXAMEN DES RESULTATS

Les analyses géotechniques ont permis d'individualiser à l'intérieur de la masse argileuse de VERNON, des matériaux argileux à caractéristiques physiques spéciales.

Les observations géologiques sur le terrain ont démontré que ces argiles se trouvent de préférence dans la partie inférieure de la cuvette sidérolithique de VERNON.

Du point de vue géotechnique, l'expérience montre que les valeurs de limites de liquidité élevées correspondent généralement à des argiles de composition

minéralogique spéciale, par exemple de type montmorillonitique.

Du point de vue géologique, plusieurs auteurs ont démontré, au cours des études minéralogiques des argiles sidérolithiques, que dans la partie inférieure des masses accumulées, les conditions naturelles favorisent la néo-formation de minéraux montmorillonitiques (mauvais drainage, milieu basique).

En ce qui concerne l'échantillon N° 66 de TERCE, nous avons indiqué que son lieu de prélèvement se trouve dans une masse de calcaire lacustre à la partie supérieure de la carrière.

Dans ces conditions, on peut très bien penser que ces argiles vertes correspondent à des matériaux illitiques dont les caractéristiques géotechniques sont souvent très élevées ou intermédiaires entre les argiles montmorillonitiques et kaoliniques.

On notera tout de suite que nous n'avons pas retrouvé ailleurs de matériaux à caractéristiques physiques si élevées au cours de nos travaux.

Il nous reste à analyser le cas de l'échantillon n° 63.

L'augmentation des caractéristiques physiques, après traitement à HCl, correspond d'une part, à l'augmentation de la surface spécifique unitaires (avec disparition des éléments granulaires calcaires) d'autre part, à des

modifications physico-chimiques (charges électriques) provoquées par le changement de milieu.

Les échantillons N° 5 et 34 seront examinés dans le cadre de la famille suivante .

LIEU de prélèvement Profondeur	DESCRIPTION DU MATERIAU	We	γ h	γ s	γ g	WL	WP	IP	Ce	REF. LABO.
VERNON 8 m	Argile rouge vif sur l'argile noire					155	43	112		14
8 m	Argile rouge vif très gonflante	66	1,56			150	47	103	0,82	16
8,40m	Argile jaune sous l'argile jau.gon.	48	1,75			157	37	120	0,9	17
8 m	Argile marbrée	62				103	33,5	69,5	0,69	18
8,50m	Argile jaune sous argile marbrée	84,5	1,55			103	27	76	0,82	19
8,50m	Argile jaune sous argile marbrée					106	31	75		20
10,00m	Argile marron sous argile marbrée					125	31	94		21
TERCE 3,50m	Argile verte avec éléments calcaireux (lacustre) en forte proportion					106	34	72		66
8,00m	Argile de décalcification (échantillon N° 61) traîtée à HCl dilué					107	28,5	78,5		68
CROUTELLE 1,50m	Argile jaune verdâtre prélevée à l'intérieur d'une cavité karstique	37	1,78	1,30	2,4	97	26,5	70,5	0,80	5
Z.U.P.P. 3,50m Couronneries	Argile jaune rougeâtre avec traces blanches	34,2	1,41			95	27	68		34

FAMILLE N° 2 : 65 > IP > 54

Nous pouvons distinguer deux-sous-familles :

s/s famille A : 100 % > WL > 88 ; Ech. N°4 (5)-6-33-36-47-34
s/s famille B : 88 % > WL > 64 ; Ech. N° 27 - 45 - 46

DESCRIPTION DES MATERIAUX

a) Du point de vue géotechnique

s/s famille A

Le tableau des valeurs ci-après met bien en évidence l'analogie existant entre les valeurs obtenues sur les échantillons de CROUTELLE et de TERCE, prélevés dans des conditions géologiques analogues.

Ces valeurs des limites d'Atterberg, relativement élevées, indiquent qu'il s'agit d'un matériau de granulométrie fine (Sd 50 = 2), doué d'une plasticité importante. (IP est de l'ordre de 60 %).

---

s/s famille B

Les échantillons appartenant à ce sous-groupe possèdent une limite de liquidité légèrement inférieure à celle des précédents, et une teneur en eau naturelle également moins forte (We = 20 % et 22 %).

Nous soulignerons l'analogie des valeurs obtenues sur les échantillons N° 27 et 45-46 .

b) Du point de vue géologique

s/s famille A

Les argiles de CROUTELLE et de TERCE ont été prélevées dans des gisements géologiques rigoureusement identiques.

Il s'agit dans les deux cas d'une argile de comblement de couleur jaune verdâtre finement stratifiée. Elle a été déposée à l'intérieur des cavités karstiques par d' anciennes circulations d'eau souterraines, à écoulement lent .

Ces argiles ne renferment aucun élément grossier, roulé ou non, à l'endroit où nous les avons recueillies.

L'échantillon N° 47 provient d'une masse de dépôts à tendance sidérolithique. Il est de couleur marron, veiné de blanc et rouge.

LIEU de PRELEVEMENT et profondeur	DESCRIPTION DU MATERIAU	We	γ h	γ s	γ g	WL	WP	IP	Ce	Réf. labo.
CROUTELLE 1,50m	Argile jaunâtre dans cavité karstique du calcaire à entroque	31,5	1,90		2,4	93	30	63	0,92	4
1,20m	Conditions géologiques et matériaux identiques à l'échantillon N° 4				2,3	91	30,4	60,6		6
TERCE 8 m	Argile jaune verdâtre comblant les cavités granitiques					93	33	60		33
8,20m	Argile jaune verdâtre identique à l'échantillon N°33 prélevée dans une autre cavité .					92,5	35,5	57		36
POITIERS 4,50m Usine Compteurs	Argile marron veinée d'argile bl. et rouge.	29				94	33	61	1,06	47
POITIERS 2,50m Fac.Sciences	Argile plastique jaune rose avec qq. débris non calcaires (silex)					87,5	29	58,5		27
POITIERS 1,80m	Argile blanche	22				79	21	58	0,98	45
Usine Compteurs 4,00m	Argile jaune	20				84	23	61	1,05	46
CROUTELLE 1,50m	Argile jaune verdâtre prélevée à l'int. d'une cavité karstique	37	1,78	1,30	2,4	97	26,5	70,5	0,80	5
POITIERS ZUPP Couronneries	Argile jaune rougeâtre avec veines blanches	34,2	1,41			95	27	68		34

s/s famille B

Les trois échantillons proviennent de matériaux sidérolithiques plus ou moins remaniés, et mélangés à des éléments limono-sableux.

EXAMEN DES RESULTATS

En premier lieu, il nous faut attirer l'attention sur l'analogie des valeurs obtenues à partir des échantillons prélevés aussi bien à CROUTELLE qu'à TERCE, dans des conditions géologiques identiques.

La légère augmentation des valeurs obtenues dans le cas de l'échantillon N° 5 correspond vraisemblablement à une modification granulométrique dans la zône de prélèvement de cet échantillon . Toutes les valeurs restent cependant du même ordre de grandeur .

Les autres échantillons, prélevés à la surface des plateaux (Faculté des Sciences, Couronneries ou Compteurs de Montrouge) correspondent à des matériaux sidérolithiques. L'ordre de grandeur des valeurs (surtout IP) reste le même dans chaque cas, et ceci apporte une confirmation de l'identification de ces échantillons dont les lieux de prélèvements sont distants de plusieurs kilomètres.

FAMILLE N° 3 : 54 % > IP > 47 %

Il est possible de déterminer deux sous-familles.

- s/s famille A : 100 % > WL > 88 % : Ech. N° 65 - 60
- s/s famille B : 88 % > WL > 64 % : Ech. N° 11 - 15 - 25 - 37 - 38

DESCRIPTION DES MATERIAUX

a) Du point de vue géotechnique

s/s famille A :

La limite de liquidité égale à 92 % indique une argile de granulométrie très fine.

IP = 52 correspond à un domaine de plasticité étendu .

s/s famille B :

L'examen du tableau des valeurs montre que l' ensemble des valeurs des caractéristiques physiques est plus faible en valeur absolue que dans le s/s groupe précédent.

Il s'agit, en premier lieu, d'une différence granulométrique bien illustrée d'ailleurs par la courbe obtenue sur l'échantillon N° 15 .

L'essai oedométrique du même échantillon permet d'évaluer une pression de consolidation de l'ordre de 1,2 kg/cm2.

b) Du point de vue géologique

s/s famille A

Les échantillons 60 et 65 ont été recueillis à TERCE, dans une poche de décalcification.

L'argile est très pure, de couleur marron, avec des taches noires, correspondant à des traces de minéralisation.

s/s famille B

Tous les échantillons appartenant à cette sous-famille correspondent à des matériaux sidérolithiques, facilement identifiables sur le terrain.

Il s'agit dans chaque cas d'argiles de couleurs vives : grise, jaune ou verdâtre, veinées de rouge.

EXAMEN DES RESULTATS

Les échantillons N° 60 et 65 ont été prélevés dans une poche de décalcification et plus précisément dans la zône de la poche où les éléments calcaires ont complètement disparu et où l'argile n'a subi aucun mélange avec des éléments sablo-limoneux ou autres. (zône "C" du paragraphe"argiles de décalcification").

Les autres échantillons de cette famille sont indiscutablement des matériaux sidérolithiques. Les valeurs de WL relativement faibles permettent de supposer la présence d'une fraction limoneuse plus importante. Cependant, la présence de minéraux à caractéristiques géotechniques exceptionnelles (veines de couleurs vives) meintient le domaine de la plasticité (IP) très étendu .

LIEU de PRELEVEMENT Profondeur	DESCRIPTION DU MATERIAU	We	γ_h	γ_s	γ_g	WL	WP	IP	Ce	REF. LABO
TERCE 7,50m	Argile marron prélevée à l'intérieur d'une poche de décalcification					92	40	52		65
8,00m	Argile marron prélevée à l'intérieur d'une poche de décalcification					92,5	46,5	46		60
Tranchée 2,00m S.N.C.F. NOUAILLE	Argile marbrée					77,5	28	49,5	1	11
VERNON 4,00m	Argile gris clair avec veines d' argile rouge					70	20	50		15
FACULTE des SCIENCES POITIERS 2,00m	Argile jaune verdâtre avec taches de minéralisation et veines rouges					80	29	51		25
R.N. 747 LUSSAC 1,00m	Argile gris clair avec veines d'argile rouge					76	26,5	49,5		38
1,00m	Argile grise avec radicelles et veines rougeâtres					68	17	51		37

FAMILLE N° 4 : 47 % > IP > 17 %

Nous y distinguons trois sous-groupes :

- s/s groupe A : 88 % > WL > 64 % Ech. N° 8-35-50-51-52-57-61-69-72-75-
- s/s groupe B : 64 % > WL > 44 % Ech. N° 1-3-7-9-10-13-22-23-24-26-28-29-30-39-43-44-48-54-58-74-59-63-64-70-71-73-
- s/s groupe C : 44 % > WL Ech. N° 2-31-32-40-41-42-52-

DESCRIPTION DES MATERIAUX

a) Du point de vue géotechnique
s/s famille A

Les valeurs des limites d'Atterberg sont sensiblement de même ordre (WL ≠≠ 70 % et IP ≠≠ 40 %).

La diminution de ces valeurs, par rapport à celles de la famille précédente, correspond en premier lieu à une augmentation de la granulométrie des matériaux.

L'analyse granulométrique effectuée sur l'échantillon N° 62 indique en effet que le diamètre moyen (Sd 50) des grains se situe aux environs de 8 μ , ce qui correspond à des matériaux silteux très fins .

Le diagramme granulométrique montre également que la granulométrie est peu étendue (sol monodispersé), 70 % des éléments étant situés entre 0,01 mm et 5 µ .

La fraction grossière ne dépasse pas la taille maximale des silts (0,05 mm).

L'essai oedométrique réalisé sur l'échantillon N° 75 nous a permis de recueillir les renseignements suivants :

- La pression de consolidation est Pc = 2,2 kg/cm2, et une telle pression nous paraît forte. Cela laisse supposer qu'il s'agit d'une argile légèrement précomprimée.

Le diagramme oedométrique indique par ailleurs que cette "roche" possède une aptitude au gonflement très importante. (voir courbe de décharge).

On notera qu'il ne s'agit pas d'une argile de décalcification.

- s/s Famille B

Les valeurs obtenues au cours des essais d'identification effectués sur ces échantillons sont très dispersées.

En effet, les limites de liquidité varient entre 62 % (éch. N°7) et 45,4 % (éch.N° 58). L'indice de plasticité peut prendre toutes les valeurs entre 47 % et 17 %.

Nous avons réalisé plusieurs analyses granulométriques sur les matériaux appartenant à ce groupe.

En examinant les diagrammes granulométriques, il apparaît en premier lieu qu'il existe une similitude entre les échantillons N° 7 et 13 et l'échantillon N° 13 a une granulométrie très étendue .

Du point de vue mécanique, la forte valeur de pression de consolidation obtenue sur l'échantillon N° 9 (Pe = 2,5 kg/cm) indique également une précompression de cette argile.

Les autres essais oedométrique réalisés sur les échantillons N° 13 et 73 donnaient les résultats suivants :

- Ech. N°13 - Pe = 0,400 kg/cm
  modules = E0,5 - 1 kg/cm2 = 14
  E 1 - 2 kg/cm2 = 29
  E 2 - 4 kg/cm2 = 43
  E 4 - 8 kg/cm2 = 97
- Ech. N°73 -Pe = 1,6 kg/cm2
  modules E 0,5- 1 kg/cm2 = 45
  E 1 - 2 kg/cm2 = 60
  E 2 - 4 kg/cm2 = 104
  E 4 - 8 kg/cm2 = 119

- s/s Famille C

Les valeurs des caractéristiques physiques sont faibles et correspondent au domaine de transition des matériaux argileux aux matériaux sablo-limoneux.

b) Du point de vue géologique

- s/s Famille A -

Les échantillons appartenant à cette sous-famille proviennent des poches de décalcification de la région de TERCE et POITIERS, leurs lieux de prélèvements sont donc distants de plusieurs dizaines de km.

Ils peuvent contenir, d'une part des éléments calcaréux en décomposition (zône B) et, d'autre part des matériaux sablo-limoneux (zône D), apportés ultérieurement.

Deux échantillons, le N° 69 et le N° 75 nous paraissent échapper à cette règle. Chacun d'eux correspond à une argile gris clair, apparemment identique, alors que leurs caractéristiques géotechniques présentent une grande différence .

- s/s Famille B -

Cette sous-famille est extrêmement complexe, du point de vue géotechnique.

La majeure partie des échantillons est formée d' argiles limoneuses et ferrugineuses de couleur rouge-jaune ou verdâtre, renfermant très souvent des graviers ou galets roulés (ex: éch. N° 3-22-24-29-48 etc...).

Leur lieu de prélèvement est généralement situé près de la surface du sol, ou dans la zône centrale des poches de décalcification.

D'après les valeurs des essais d'identification, les échantillons N° 9 et 10 se classent également dans ce groupe. Ils correspondent à une argile noire, micacée, renfermant des éléments charbonneux. Leur gisement se trouve dans la carrière sidérolithique de VERNON.

Il nous reste encore à mentionner dans ce sous-groupe, les échantillons N° 7 - 13 - et 23-39-63-64.

Les deux premiers correspondent à des matériaux très micacés blancs (nacré) formant des masses et veines dans les matériaux sidérolithiques.

Les échantillons N° 23-39-63-et 64 sont des matériaux tout à fait différents. Ils se trouvent à l'intérieur des argiles de décalcification des plateaux où ils forment des masses bien visibles. Il s'agit d'argiles de couleur gris-clair, légèrement stratifiées, ne renfermant aucun élément macroscopique.

Il est important de signaler que le passage des argiles grises à l'argile de décalcification ferrugineuse est net, sans aucune zône de transition. La forme des masses d'argile grise est irrégulière et ces masses peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres de dimension.

- s/s Famille C

Les échantillons sont presque tous des argiles limoneuses ou ferrugineuses remaniées.

En effet, l'échantillon N°2 contient des galets roulés et un très fort pourcentage d'éléments ferrugineux.

Les argiles N° 31 et 32 sont comparables à la précédente .

Les matériaux N° 40-41-42 ayant été prélevés dans le lit majeur du CLAIN, leur remaniement ne laisse aucun doute.

Enfin, l'échantillon N° 52, prélevé à 1,00 m de profondeur sur le plateau de la Faculté des Sciences, comporte une partie nettement sableuse en tête, ceci constituant également un indice de remaniement .

EXAMEN DES RESULTATS

Etant donné le nombre assez grand des échantillons classés dans cette famille et pour faciliter l'exposé de l'examen des résultats, nous suivrons la subdivision adoptée dans les descriptions géotechniques et géologiques.

-s/s Famille A -

Il n'est pas nécessaire d'ajouter de commentaires aux résultats obtenus sur les matériaux de décalcification.

Nous noterons simplement que malgré la distance qui sépare les différents gisements, les valeurs présentent une analogie remarquable.

Le cas des échantillons N° 69 et 75, par contre, demande un examen plus détaillé .

Nous avons noté que l'échantillon N° 69 est constitué par de l'argile gris clair, contenant des éléments charbonneux, ce qui indique des conditions de dépôt très différentes de celles des argiles précédentes .

Du point de vue géotechnique, l'ensemble des valeurs des caractéristiques physiques diffère des argiles de décalcification, WL = 64 % correspondant à la limite inférieure de cette s/s famille.

Il nous semble par conséquent logique de rapprocher cette argile de celle de la s/s famille B et de rechercher son origine dans des matériaux sidérolithiques.

Le cas de l'échantillon N° 75 est différent. Il provient d'une masse d'argile gris clair, très fréquemment rencontrée dans les argiles de décalcification des plateaux. Elle forme des accumulations souvent importantes (plusieurs dizaines de mètres).

Bien que les valeurs des caractéristiques physiques se rapprochent beaucoup de celles obtenues sur les argiles de décalcification, nous devons ici envisager d' autres conditions de formation .

En effet, l'essai oedométrique nous a permis de calculer une pression de consolidation égale à 2,2 kg/cm2, chiffre plus élevé que ceux obtenus dans les argiles de décalcification (de 1,1 kg/cm2 à 1,5 kg/cm2). Cette argile a donc été assez fortement précomprimée, et cette précompression a pu être provoquée par le poids des couches de terrain actuellement disparues ou bien par une certaine épaisseur d'eau qui aurait pu recouvrir les plateaux dans une période géologique donnée .

Il pourrait donc s'agir d'une argile déposée par les eaux d'un régime lacustre installées à la surface d'un plateau calcaire, les lacs pouvant souvent communiquer par des cavités karstiques du calcaire .

Un sondage mécanique de la campagne de reconnaissance effectuée à l'emplacement de la nouvelle piscine de POITIERS a mis à jour, sous un banc de calcaire, une épaisseur de 4 à 6,oo mètres de cette argile gris clair, et ceci nous paraît constituer un argument important qui justifie l'hypothèse.

- s/s Famille B

La similitude des valeurs obtenues sur les matériaux ferrugineux ou limoneux des plateaux est évidente. Nous grouperons avec ces matériaux ceux des échantillons N° 70 et 71 qui, contenant un très fort pourcentage d' éléments calcareux, voient baisser leurs caractéristiques physiques d'une façon importante.

Plusieurs argiles, de nature géologique spéciale, viennent se classer également dans cette sous-famille. Elles proviennent généralement de gisements sidérolithiques.

Parmi ces échantillons, l'analogie des valeurs obtenues sur les N° 7 et 13 est très remarquable. Dans les deux cas, il s'agit d'argiles blanches, très micacées, formant masses et veines à l'intérieur des sables sidérolithiques. Les deux échantillons ont été prélevés à 9 km de distance environ l'un de l'autre .

L'origine des échantillons N° 9 et 10, correspondant à des argiles noires de la cuvette de VERNON, pose un des problèmes particuliers à cette famille.

Les caractéristiques physiques de ces matériaux noirs se placent parmi les valeurs moyennes de cette famille . (La valeur relativement faible de γ_h correspondrait aux matériaux charbonneux contenus dans l'argile). A priori, elles n'attirent donc pas l'attention de façon particulière.

Cependant, la pression de consolidation oedométrique, de l'échantillon N° 9, égale à 2,5 kg/cm2, nous conduit à penser que nous sommes en présence d'une argile qui a subi des contraintes plus importantes que celles correspondant à la charge actuelle .(argile précomprimée, d'origine CRETACE).

- s/s Famille C -

Il s'agit dans chaque cas d'argiles limoneuses ou ferrugineuses remaniées.

Elles ont été prélevées dans le lit majeur du Clain, et sur la surface des plateaux, à proximité d' éléments roulés.

Leur origine est donc indiscutable.

X

X x

LIEU de prélèvement profondeur	DESCRIPTION DU MATERIAU	We	γ_h	γ_s	γ_g	WL	WP	IP	Ce	Réf. LABO.
SMARVES-- Coop. hab.rural-1,50	Argile gris clair dans une masse d'argile rouge limoneuse	20				53	21,6	31,4	1,06	1
1,00	Argile rouge limoneuse contenant des graviers et galets roulés	20				41	20	21	1	2
1,30	Arg.jaune et grisâtre légèr.limon.					51	27	24		3
GENCAY-carrière PUISAIS- 2,00m	Arg.bl.micacée formant des veines à l'int.des sables fer.et micacés	24	1,96			62	40	22	1,7	7
POITIERS - RN.741- 1,20m	Argile de décalcification marron veinée verte immédiatement sur affleurements calcaires					74	34	40		8
VERNON 10,00m	Arg.noire micacée renfermant des éléments charbonneux(fond cuvette)	35	1,8			54	23,5	30,5	0,64	9
9,20m	Arg.noire mic.renf.éléments charb. (en fond de cuvette)	36	1,83		2,45	57	27,5	29,5	0,69	10
4,40m	Argile bl.mic.formant masses nacrées	20,5	1,9			59	31,5	27,5	1,4	13
POITIERS-Fac. Sciences-1,50m	Arg.très fer.rouge formant des masses de arg.marron clair					49	23	26		22
1,00m	Argile gris clair	31	1,72			51	16	35		23
2,00m	Arg.jaune marron av.veines de minéralisation et débris calc.argileux	15	1,82			59	23	36		24
2,00m	Arg.gris clair av.qq.débris calcaire					47	19	28		26
	Arg.jaune mar.av.veines de minéral. et débris de calcaire argileux					60	24,5	35,5		28
Rte de LIGUGE CROUTELLE 0,50	Argile rouge limoneuse renfermant des silex et graviers roulés					57	24	33,5		29

LIEU de PRELEVEMENT PROFONDEUR	DESCRIPTION DU MATERIAU	We	γh	γs	γg	WL	WP	IP	Ce	REF. LABO.
Rte de LIGUGE CROUTELLE 0,50m	Argile rouge limoneuse renfermant des silex et graviers roulés					50	24	33,5		30
PasserelleSNCF Ligugé 0,50m	Argile rouge limoneuse en surface des plateaux de calcaire bajocien	13	2,2		2,3	39	16	23	1,13	31
	Argile rouge limoneuse en surface des plateaux de calcaire bajocien					42	18	24		32
F.C.des Scienc. de POITIERS1,50	Argile jaune verdâtre avec taches de minér.et débris de calcaire					65	24	41		35
Rte N. 747 LUSSAC 1,00m	Argile gris jaunâtre contenant des radicelles					57,5	14,2	43,3		39
POITIERS-chemin des Sables 1,60m	Argile marron rougeâtre dépôt dans le lit majeur du calcaire	20,5	2,02	1,60	2,63	39	15	24	0,77	40
1,30m	Argile mar.rougeâtre- dépôt dans le lit majeur du calcaire	20	1,93	1,54		40	15	25	0,80	41
1,20m	Argile marron rougeâtre-dépôt dans le lit majeur du calcaire		1,27	1,34	2,57	35	14	21	1	42
POITIERS-Centre sportif-5,00 m	Argile jaune verdâtre avec graviers	36				48	15	33	1	43
2,80 m	Argile jaune verdâtre avec graviers	28			2,14	62	27	35	1	44
FAC.SCIENCES POITIERS-3,60 m	Argile rouge très ferrugineuse	24	2,17		2,71	50,5	29,7	20,8	1,27	48
POITIERS-ZUPP 2,80 m	Argile jaunâtre	31	1,88		2,50	67	22	45	0,80	50
2,80 m	Argile jaunâtre	29,6	1,86		2,50	72	33	39	1,08	51
FAC.SCIENCES POITIERS-1,00 m	Argile marron sableuse en tête	14	2,13			41	14,5	26,5	1,13	52

LIEU de prélèvement Profondeur		DESCRIPTION DU MATERIAU	d_{50}^{G}	We	γ_h	γ_s	γ_g	WL	WP	IP	Ce	REF. LABO
POINTE A MITEAU POITIERS	5,70m	Argile brune et jaune	0,01	25	1,94	1,55		58,1	20,1	38	0,87	54
	2,40m	Argile brune et jaune		29	1,92	1,49		66	26,5	39,5	0,93	17
	1,50m	Argile sableuse jaune et rouille		14,9	2,05	1,78		45,4	17,2	28,2	1,08	58
	4,90m	Argile marron jaunâtre						55	17,5	37,5		59
TERCE	8,00m	Argile de décalcification contenant des Eléments calc. en décomposition						70	27,5	42,5		61
	6,00m	Argile jaunâtre sur sables ferrug.						70	31,5	38,5		62
	4,00m	ARGILE Gris clair						52	22	30		63
	3,40m	Argile rose grisâtre						55	24,5	30,5		64
	4,50m	Argile gris clair contenant des points charboneux(dans matériaux sidéroli.)		34,5	1,95			64	41	24	1,27	69
	2,00m	Argile de décalcification brun vert à l'int.du cal.lacustre (av.élé.Ca)						55	19,5	35		70
POITIERS Piscine	3,00m	Argile de décalc.av.élé.calc.décomp.						47,5	22,5	25		71
	2,50m	Argile de décalcific.av.minéralisation couleur marron clair jaunâtre						75	34	41		72
	3,00m	Argile de décal.jaune brun verdâtre		24,5	1,77			52,5	17,5	35	0,80	73
	1,50m	Argile de décl.brun rouille av.minér.						59	23,5	35,5		74
	3,00m	Argile gris clair très compacte		25,5	1,75			77,5	34,5	43	1,19	75

FAMILLE N° 5 : 17 > IP

Nous distinguons deux sous-groupes :

- s/s groupe A : 64 % > WL > 44 % : Echantillon N° 12
- s/s groupe B : 44 % > WL : Ech. 49-53-55-56

DESCRIPTION DES MATERIAUX

a) Du point de vue géotechnique

- s/s Famille A -

Un seul échantillon, le N° 12 entre dans ce sous-groupe .

Il est de caractère limoneux, et très remanié.

Le diagramme granulométrique illustre d'ailleurs bien ce remaniement.

La légère augmentation de WL est vraisemblablement provoquée par la présence de matériaux sidérolithiques spéciaux .

- s/s Famille B -

Tous ces échantillons sont à prédominance sableuse .

Leurs valeurs de IP, très faibles, (16,5 % et 13,1 %) indiquent qu'ils sont très peu déformables.

Leur angle de frottement interne doit être élevé.

La cohésion est faible .

b) Du point de vue géologique

-s/s Famille A -

L'échantillon N° 12 provient de la cuvette sidérolithique de VERNON.

Visiblement limoneux, il présente une couleur rose, dûe à des veines d'argile rouge vif, se trouvant à l'intérieur de la masse.

- s/s Famille B -

Ces échantillons, prélevés soit sur le plateau des Couronneries, soit dans la zône de la "Pointe à Miteau" à POITIERS, sont des matériaux très sableux.

La fraction argileuse de ces matériaux est comparable aux argiles ferrugineuses de décalcification.

EXAMEN DES RESULTATS

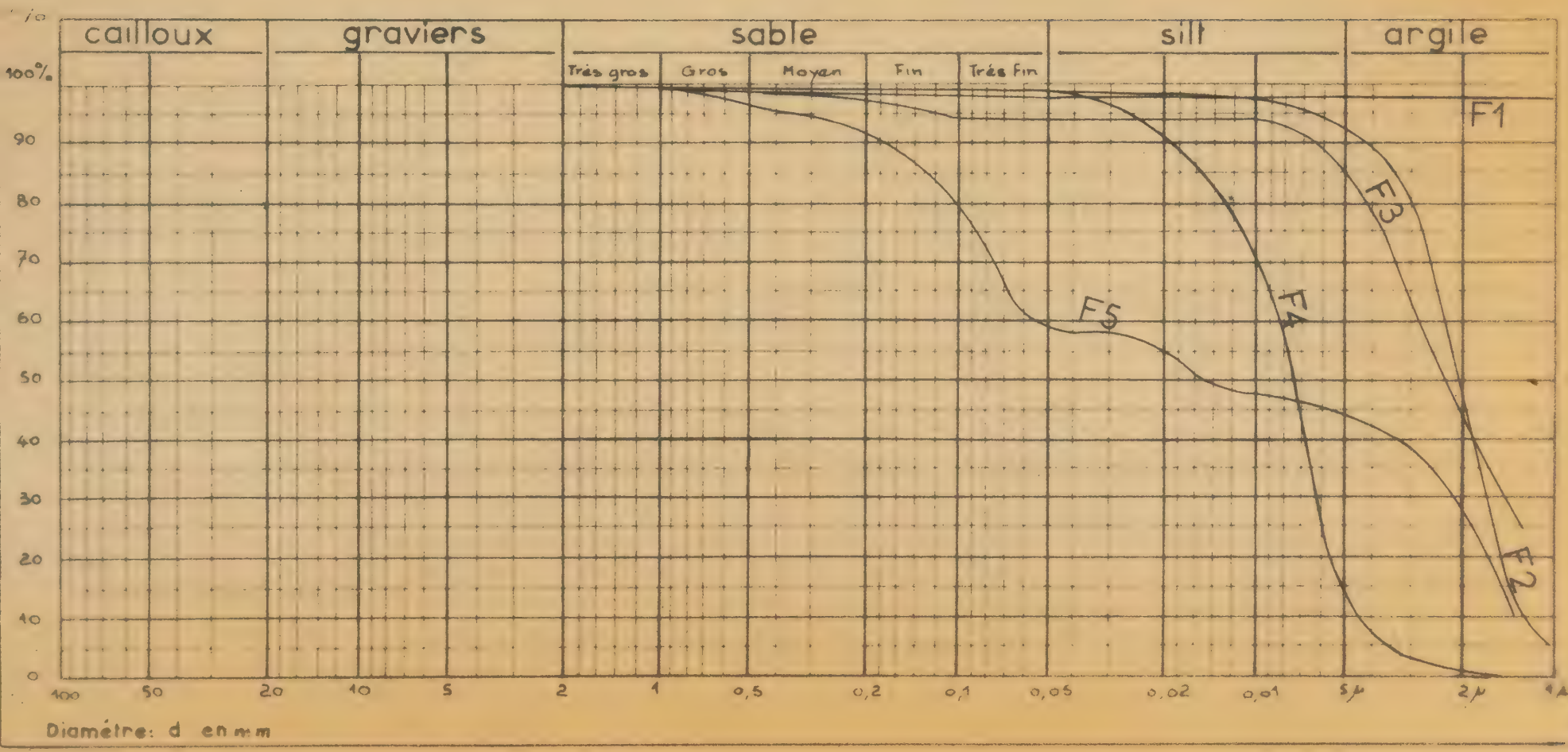
Ces matériaux, à tendance sableuse, correspondent au terme de passage de la fraction argileuse des formations meubles, à la fraction purement sableuse.

Leur étude étant du domaine de celle des sols sableux sort du cadre du présent travail.

LIEU de Prélèvement Profondeur	DESCRIPTION DU MATERIAU	G d 50	We	γ_h	γ_s	γ_g	WL	WP	IP	Cc	REF. LABO.
VERNON 3,70m	Argile jaune rose limoneuse						48	37	11		12
Z.U.P.P. 2,20m CHATEAU d'EAU	Limon jaune sableux		14	2,18		2,66	30	14	16	1	49
FACULTE DES SCIENCES 0,80m	Limon marron sableux		11,6	2,25			32,5	16	16,5	1,25	53
POINTE A MITEAU 2,20m	Sable fin jaune clair compact	0,20	12	2,09	1,87		30	14,3	15,7	1,14	55
3,60m	Sable fin jaune blanc compact	0,11	13	2,00	1,77		25,5	12,4	13,1	0,95	56

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

COURBES REPRESENTATIVES DES DIFFERENTES FAMILLES



PRECISION DES MESURES

Les résultats obtenus au cours de plusieurs analyses effectuées parallèlement sur des matériaux rigoureusement identiques à tous points de vue ont démontré que malgré le caractère simple des manipulations effectuées, elles donnent des résultats précis.

Nous citerons comme exemple, les échantillons N° 9 et 10, 29 et 30, 31 et 32, 33 et 36 etc.. Le maximum d'écart entre des valeurs obtenues sur des échantillons de même nature ne dépasse pas 3 % pour l'indice de plasticité.

Pour obtenir un maximum de précision dans les essais, il est nécessaire que les conditions d'analyses restent toujours rigoureusement identiques (réglage des appareils identiques, même période d'humidification) et que les essais soient réalisés toujours par la même personne. En effet, l'expérience montre que l'estimation de certaines limites (WP en particulier) peut être très légèrement variable selon les manipulations .

X

X X

CONFRONTATION DES RESULTATS GEOTECHNIQUES et des DONNEES GEOLOGIQUES

Comme le montrent les précédents paragraphes, nous avons réussi à différencier de nombreuses familles et sous-familles à l'intérieur de la masse argileuse des plateaux, en nous basant principalement sur les caractéristiques physiques des matériaux.

En confrontant les résultats géologiques et les données géotechniques, on remarque une parfaite concordance .

Pour illustrer cette concordance, nous analyserons plus en détail les cas les plus caractéristiques, parmi ceux que nous avons déjà présentés, dans le cadre de la description des différentes familles .

Dans la famille N° 1, les valeurs des limites d'Atterberg et des teneurs en eau obtenues sur les échantillons sont généralement très élevées (WL au-dessus de 100 %), ce qui indique que nous avons affaire à des matériaux spéciaux et très différents de ceux qui constituent tous les autres échantillons.

Etant donné qu'en géotechnique les valeurs élevées caractérisent généralement des matériaux de type

montmorillonite, nous avons émis l'hypothèse de la présence de montmorillonite dans la masse sidérolithique.

Les résultats des analyses minéralogiques (rayons X) réalisés sur les échantillons témoins (N°14-17 et 19) viennent confirmer notre hypothèse. Ces échantillons correspondent effectivement à une montmorillonite très bien cristallisée, dominant largement sur une illite mal cristallisée. Ils renferment également du quartz en quantité non négligeable.

La présence des grains de quartz, dans ces matériaux montmorillonitiques explique pourquoi les valeurs des limites de liquidité d'Atterberg de ces échantillons restent nettement en dessous des limites de liquidité d'une montmorillonite pure qui peuvent atteindre 200 à 300 %.

Ainsi donc, nous avons mis en évidence, par des méthodes purement géotechniques, l'existence de matériaux montmorillonitiques à l'intérieur de la masse argilo-sableuse, et les conditions géologiques du gisement expliquent la présence de ces matériaux, à priori inattendus.

Plusieurs études géologiques, réalisées sur les matériaux sidérolithiques de différentes régions de France, ont décrit des éléments montmorillonitiques néoformés qui se trouvent au fond des masses sablo-argileuses où le milieu est favorable à la genèse de ces matériaux (mauvais drainage, Ph basique etc...).

Or, les matériaux montmorillonitiques non remaniés (dont la couleur peut être rouge ou jaune) se trouvent généralement (à VERNON) en profondeur, au voisinage

immédiat des argiles noires qui forment le fond de l'excavation, et satisfont ainsi aux conditions de néogénèse décrites par de nombreux auteurs.

Le cas de l'échantillon N° 66 est semblable au précédent. Nous rappelons qu'il s'agit d'une éprouvette argileuse, contenant des matériaux calcaires en décomposition. Or, malgré la teneur en Ca, les valeurs des caractéristiques physiques (limites) sont très élevées et ceci ne peut, à notre avis, qu'indiquer la présence de matériaux montmorillonitiques ou illitiques.

Etant donné nos possibilités très limitées, en matière d'analyses minéralogiques, systématiques, nous n'avons pu obtenir de précision sur la nature des minéraux argileux de cet échantillon.

Les conditions géologiques de son gisement (calcaire lacustre de TERCE) n'excluent pas cette hypothèse de matériau illitique.

Une analyse minéralogique ultérieure pourrait confirmer ou infirmer l'hypothèse formulée .

D'autres constatations d'ordre minéralogique ont été effectuées en ce qui concerne les échantillons N° 7 et 13 (Famille N° 4).

L'échantillon N° 7 a été prélevé à GENCAY, dans une "veine" d'argile blanche, entrecoupant les masses sableuses sidérolithiques.

Dans le paragraphe "généralités", nous avons décrit cette formation plus en détail (Cf :Cuvette de GENCAY) et nous avons émis l'opinion qu'il s'agissait d'une argile kaolinique dont la formation a été favorisée par la présence d'acide humique.

L'échantillon N° 13, que d'après les limites d'Atterberg nous avons rapproché de l'éprouvette N° 7, provient de VERNON où ces matériaux forment de grandes masses blanches et micacées.

L'analyse minéralogique,aux rayons X de cette éprouvette, confirme qu'il s'agit d'une très belle kaolinite dominant largement sur montmorillonite et illite bien cristallisées.

Ne trouvons-nous pas ici une confirmation de nos hypothèses en ce qui concerne l'échantillon de GENCAY ?

X

X X

La synthèse des caractéristiques physiques (géotechnique) nous permet d'effectuer d'autres constatations très intéressantes.

Nous citerons le cas des échantillons N° 4 - 5 - 6 et 33 - 36, par exemple, appartenant à la Famille N° 2.

Les premiers ont été prélevés à CROUTELLE, dans

des communications karstiques du calcaire; les seconds à TERCE, dans des gisements géologiquement identiques, mais distants des premiers d'une vingtaine de kilomètres.(Argile de comblement des cavités karstiques).

En comparant les valeurs des caractéristiques physiques obtenues , on constate qu'elles sont très voisines.

Cette analogie de valeur a été constatée sur d' autres échantillons de provenance semblable . Nous citerons en particulier les nombreux cas d'argiles de décalcification, appartenant à la même zône à l'intérieur d'une poche - (argiles de décalcification) ou bien tout simplement le cas des échantillons N° 7 et 13 cités ci-dessus, à propos des constatations d'ordre minéralogique.

Ces faits nous paraissent apporter une confirmation importante à la thèse disant que les formations ayant la même histoire géologique possèdent les même caractéristiques physiques géotechniques à l'intérieur d'une région donnée, et peut-être même hors de là, pour les matériaux semblables aux argiles de décalcification.

X X

X

Nous terminerons cette confrontation des résultats géotechniques et géologiques par une constatation, qui à notre avis est très intéressante, à propos des argiles noires de la cuvette de VERNON (échantillons N° 9 et 10) dont l'origine est encore très souvent discutée.

Il n'existe apparemment aucun indice particulier en ce qui concerne les caractéristiques physiques puisque les valeurs sont moyennes (WL = 54 % et 57 %; IP = 30,5 % et 29,5 %).

Du point de vue minéralogique, il s'agit de matériaux à prédominance kaolinique (confirmée par analyse aux rayons X).

Nous noterons en passant que leurs limites d' Atterberg sont de même ordre de grandeur que celles des échantillons N° 7 et 13, déjà étudiés.(matériaux kaoliniques).

Jusqu'à ce stade de l'examen, nous ne constatons aucune anomalie. Cependant, les essais oedométriques,réalisés sur plusieurs échantillons d'argile noire,nous ont permis de calculer une pression de consolidation moyenne de 2,5 kg/cm2, ce qui montre que cette argile est précomprimée.

Les argiles noires de VERNON ont dû, par conséquent, subir une surcharge plus importante que celle développée par des terrains de couverture actuels. Cette surcharge a pu être provoquée par une masse de terrain, ou l'eau actuellement disparue .

Aurions-nous apporté par ce fait une preuve de l'origine CRETACE de ces argiles de VERNON ? . C'est beaucoup dire. Des recherches ultérieures sur cette formation pourraient détruire ou confirmer cette hypothèse.

X

X X

X
X X

Nous signalons à ce sujet que nous avons analysé ultérieurement deux échantillons d'argile noire provenant des formations cénomaniennes de la Région de CHALLANS - (Vendée) et de CHATELLERAULT (Vienne).

Ces deux échantillons, dont les lieux de prélèvement sont distants de 150 km environ, ont donné des valeurs de WL variant entre 54 % et 57 % et des valeurs de IP oscillant entre 29,5 % et 30,5 %.

A noter que ces valeurs concordent avec celles obtenues sur les argiles noires de la cuvette de VERNON, prétendues cénomaniennes.

-
- -

QUELQUES RESUMES D'ETUDE DE SOL EN VUE DE FONDATIONS

Les fondations superficielles des différentes constructions réalisées sur les plateaux de la Région de POITIERS reposent généralement à l'intérieur de la formation argilo-sableuse dont nous venons d'étudier la fraction argileuse.

Pour permettre d'apprécier les possibilités d'utilisation de ces matériaux comme assise de fondation, nous présentons ci-après quelques résumés d'étude de sol réalisés sur les plateaux environnants .

X

X X

USINE LECLANCHE

POITIERS

lieu-dit"Pointe à Miteau"

======

I- CONSISTANCE DES TRAVAUX

- 8 sondages de reconnaissance
- 5 prélèvements d'échantillons non remaniés qui ont été analysés par la suite en laboratoire. (essais physiques et mécaniques).

II- NATURE DU SOUS-SOL

a) Formations meubles :

mélange sablo-argileux, de prédominance sableuse (sable sidérolithique)
L'épaisseur de la masse est très variable et atteint 16 mètres par endroit .

b) Substratum

Calcaire BATHONIEN très karstique.

III- CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

a) Analyses physiques

Le caractère sableux domine .
We varie entre 13 % et 15 %

.../...

WL varie entre 25 % et 66 %
IP " " 13 % et 28 %
D50 " " 0,2 mm et 0,5 mm

b) Analyses mécaniques

La résistance à la compression simple est égale à 1,920 kg/cm2 (sables fortement argileux)

La pression de consolidation, évaluée d'après les essais oedométrique, est de l'ordre de 1,3 kg/cm2. Les modules oedométriques varient entre 78 kg/cm2 et 227 kg/cm2.

IV- CARACTERISTIQUES DU FUTUR BATIMENT

Le futur bâtiment est de type léger "bâtiment hangar " soutenu par une ossature métallique.

Les charges de l'ordre de 60 et 80 tonnes seront transmises aux fondations par des poteaux disposés selon une maille de 18 m x 18 m.

V - SOLUTION DE FONDATION PRECONISEE

La solution de fondation sur semelles isolées a été préconisée.

La dimension des semelles serait de l'ordre de 2,oo mx2,oo m. Elles seraient établies à 1,10 m de profondeur et transmettraient au sol un taux unitaire de charge de l'ordre de 1,8 kg/cm2.

Dans ces conditions, le tassement prévisible sous les fondations serait de l'odre de 2 cm.

=====

USINE DES COMPTEURS

POITIERS

Lieu-dit"Pointe à Miteau"

I - CONSISTANCE DES TRAVAUX -

13 sondages de reconnaissance
29 essais "in situ" (pressiomètre)
3 prélèvements d'échantillons intacts en vue d'analyses en laboratoire.

II- NATURE DU SOUS-SOL

a) Formations meubles

- argile multicolore renfermant quelques rognons de silex et blocs de calcaire (sidérolithique remanié)
  L'épaisseur de la masse argileuse atteint plus de 12 m.

b) Substratum

- calcaire BATHONIEN très karstique

III- CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

A) Analyses en laboratoire

Les matériaux sont nettement argileux, car les valeurs de WL varient entre 94 - 84 et 79 %, avec des IP égales à 61, 61 et 58 % . La teneur en eau naturelle varie entre 20 et 29 %. La consistance est égale à 1,06, 1,05 et 0,98 .

B) Essais sur place

Les modules de déformation pressiométriques varient de 71 kg/cm2 à 234 kg/cm2, les pressions limites (Pl) variant de 10 kg/cm2 à 19 kg/cm2.

IV - CARACTERISTIQUES DES FUTURS BATIMENTS

Le bâtiment principal comportera un seul niveau. Il sera constitué par une ossature en béton armé, très sensible aux tassements différentiels, étant donné les grandes portées.

L'avant projet prévoit des charges ponctuelles de 50 tonnes.

V - SOLUTION DE FONDATION PRECONISEE

La solution sur semelles isolées de dimentions 2,20 m x 2,20 m, reposant à - 1,oo m de profondeur, avec un taux de charge unitaire admissible de 1,1 kg/cm2 paraît la plus rationnelle et la plus économique.

Pour réaliser une consolidation accélérée de certaines zônes plus plastiques, il conviendra de réaliser des pieux de sable de faible diamètre, afin de faciliter l'expulsion de l'eau, lors de la mise en charge du sol.

X

X X

H Y P O G E E

POITIERS

rue de la Pierre Levée

I - CONSISTANCE DES TRAVAUX

6 sondages de reconnaissance
15 essais de sol "in situ" (pressiomètre)

II - NATURE DU SOUS-SOL

a) Formations meubles

argile rouge et marron de décalcification, renfermant de nombreux blocs de calcaire.

b) Substratum

Il n'a pas été rencontré de roche massive jusqu'à 6 m de profondeur .

Le substratum de cette zône est vraisemblablement constitué de calcaire BATHONIEN.

III - CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

Du point de vue mécanique, nous sommes en présence d'un sous-sol très hétérogène, car les modules de déformation varient entre 86 kg/cm2 et 614 kg/cm2.

IV - CARACTERISTIQUES DES FUTURES CONSTRUCTIONS

Bâtiments à usage d'habitation comportant un sous-sol, un rez-de-chaussée et quatre étages.

V - SOLUTION DE FONDATION PRECONISEE

On a envisagé la fondation des bâtiments sur semelles filantes, de 0,80 m de largeur, reposant à 0,80 m de profondeur. Dans ces conditions, le taux unitaire de charge n'exèdera pas 2 kg/cm2.

Notons que le taux de charge a été calculé avec un coefficient de sécurité important pour tenir compte de l'hétérogénéité (cavités, blocs etc...) du sous-sol.

X

X X

FACULTE des SCIENCES
(bât. MECA-FLUIDES)
POITIERS

I - CONSISTANCE DES TRAVAUX

3 sondages de reconnaissance
6 essais de sol en place (pressiomètre)

II - NATURE DU SOUS-SOL

a) Formations meubles
argile de couleurs variables (sidérolithique), mélangée aux argiles de décalcification, avec blocs de calcaire.

b) substratum

calcaire BATHONIEN

III - CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

Les valeurs des modules de déformation varient entre 60 kg/cm2 et 303 kg/cm2.

IV- CARACTERISTIQUES DE LA FUTURE CONSTRUCTION

Bâtiment de dimensions 32 m x 42 m, à ossature en béton armé.

V - SOLUTION DE FONDATION PRECONISEE

Les calculs de fondation ont été faits pour des semelles isolées de 2 m x 2 m, reposant à 1,oo m de profondeur, à partir du niveau des terrassements.

Le taux unitaire de charge admissible était de 0,900 kg/cm2.

X

X X

Z.U.P. COURONNERIES

POITIERS

Chateau d'eau

I - CONSISTANCE DES TRAVAUX

5 sondages de reconnaissance

17 essais de sol "in situ" (pressiomètre)

2 prélèvements d'échantillons non remaniés

II - NATURE DU SOUS-SOL

a) Formations meubles

Mélange d'argile et sable sidérolithique avec de l'argile de décalcification, prédominance de sidérolithique.

b) Substratum

Calcaire BATHONIEN ou CALLOVIEN

La surface du calcaire est très irrégulière. En effet, certains des sondages ont rencontré le calcaire à 4,70 m et 6,35 m de profondeur, pendant que d'autres à 16,00 m n'ont mis à jour que de l'argile.

III - CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUE

a) Analyses en laboratoire

L'un des échantillon est nettement argileux (We = 31 %, γ_h = 1,88, WL = 67 %, WP = 22 %, IP = 45 %); l'autre est sableux (We = 14 %, γ_h = 2,18, WL = 30, WP = 14, IP = 16).

b) Essais "in situ"

Les valeurs des modules pressiométriques sont élevées près de la surface (de 100 kg/cm2 à 190 kg/cm2) et plus faibles en profondeur (51 kg/cm2).

IV - CARACTERISTI UES DE LA FUTURE CONSTRUCTION - FONDATIONS PRECONISEES

Un réservoir surélevé est une construction monolithique douée d'une très grande rigidité. Une telle construction est peu sensible à la fissuration, mais par contre, très sensible au devers, et par conséquent à une hétérogénéité locale du terrain de fondation. Il est nécessaire de l'établir sur une fondation rigide, type radier.

On calculera le cas d'une fondation sur radier de 24 m de diamètre reposant à 2,oo m de profondeur.

Les déformations qui se produisent sous l'influence des contraintes siègeront dans la couche d'argile se trouvant sous la fondation, le calcaire ne subissant aucune déformation et formant frettage bas.

Le poids du réservoir est estimé à 6.000 tonnes et cela correspond à un taux unitaire de charge de 1,350 kg/cm2 sur le sol, sans tenir compte des efforts dûs au vent. Si l'on estime que les efforts dûs au vent majorent le taux de charge unitaire dans le rapport de 1,5, il faut vérifier que le taux de travail de 1,350 x 1,5 = 2 kg/cm2 est acceptable ou non .

Les calculs effectués à partir des essais en laboratoire (oedomètre) et "in situ" ont permis d'estimer que l'ordre de grandeur des tassements prévisibles sera voisin de 20 mm pour une épaisseur d'argile de 1,oo m, soumise à une pression de 2 kg/cm2.

Le tassement différentiel dû à la différence d'épaisseur de la couche argileuse sera de l'ordre de 27 mm au maximum, ce qui paraît acceptable pour un ouvrage de 50 m de haut .

X

X X

C O N C L U S I O N

Nous avons démontré, au cours de notre étude, qu'il existe une liaison étroite entre la Géologie et la Géotechnique, ce qui nous permet de tirer les conclusions suivantes :

A)- Du point de vue géologique

Les critères géotechniques simples (en particulier les caractéristiques physiques) nous semblent apporter un complément intéressant pour l'étude géologique des formations argileuses d'une région donnée.

Des travaux systématiques ultérieurs pourront permettre, selon nous, de réaliser d'importants progrès dans ce sens.

B)- Du point de vue géotechnique

La connaissance de l'histoire géologique d'une zône de construction permet une rationalisation de l'étude des sols de fondation; cette rationalisation pouvant intervenir à partir de la programmation même de l'étude et jusqu'à l'établissement du rapport final.

X

X X

LISTE DES AUTEURS ET DOCUMENTS CONSULTES

ALEXANIAN C. - 1960 - Constatations faites sur la genèse et la formation des argiles (Bul.du Gr.Fr.des argiles - Tome XII - p.69-76).

BONTE A. - 1960 - Origine et destinée des dépôts superficiels du Plateau de VERDEL -(P.de Calais) (Soc.géol. du Nord -Annales 1960 - tome LXXX- page 91).

CAILLERE S.,HENIN - 1964 - Minéralogie des Argiles (Masson & Cie - PARIS).

CAMEZ Th.,LUCAS J.,MILLOT G.-1959 - Minéraux argileux interstratifiés dans certains sols et leur évolution (Bul. du Gr. Fr. des Argiles - Tome XI- p.43 à 46).

CAQUOT A., KERISEL J.-1956 - Traité de Mécanique des Sols (3° Edition - GAUTHIER-VILLARS - Paris).

COZZOLINO V.M. - 1961 - Prévision statistique de l'indice de compressibilité des sols (comptes rendus du 5° Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondation - DUNOD Paris - Volume 1).

DEMOLON A., LEROUX D. - 1933 - Guide pour l'étude expérimentale du sol (Gauthier - VILLARD - Paris)

DEVANTOY J.B. - 1954-55 - Le Sidérolithique et les dépôts à minerais de fer pisolithique des environs de BELFORT (BUL.Soc. Belfortaine d'Emulation N° 59).

DREYFUSS M. - 1959 - Existence d'une topographie karstique de type lapiaz sous les Alluvions Tertiaires à BESANCON. (C.R. de la Soc.Géol. de Fr. p.208)

FRIPIAT J.J. - - 1957 - Propriétés de surface des alumino-silicates (Bul. du Gr. Fr. des argiles -Tome IX - p.23).

GOGUEL J. - 1959 - Application de la géologie aux travaux de l'Ingénieur (MASSON & Cie)

GROSSOUVRE A. - 1887-1888- Observations sur l'origine du terrain sidérolithique (Bul.Soc. Géol.Fr. Tome seizième).

HENIN S. - 1956 - Classification des minéraux argileux (Bul. du Gr. Fr.des Argiles tome VIII - p.29).

LECOINTRE G. - 1959 - Tectonique du Sud-Ouest du Bassin de Paris (B.R.G.M. publication N° 22).

LECOINTRE G.- MATHIEU G. - 1959 - Une ligne de forage Nord-Sud dans le Jurassique, à l'Ouest du Plateau Central (B.R.G.M. Publication N° 22).

MATHIEU G. - 1957 - Les buttes d'âge Cénomanien du Neuvillois et les failles du Seuil du Poitou.

- La transgression cénomanienne vers le sud et le sud-ouest (Tx.de l'Inst. Géol.et Anthr.préhist. de POITIERS).

- 1959 - L'anticlinal de LIGUGE à l'Ouest de la Vallée du Clain (B.R.G.M. publication N° 22).

- 1961 - Itinéraires d'excursions géologiques autour de POITIERS (Trx de l'Inst. de Géol. et d'Antr.préhist. de POITIERS).

MAYER A. - 1959 - Précis de Mécanique des Sols (Collection Armand COLIN).

MILLOT G.- CAMEZ Th- 1957 - Sur la Montmorillonite dans les craies (Bul. Serv.Carte Géol. Als.Lorr. t.10 - fasc.2 STRASBOURG).
BONTE A. -

MILLOT G. - 1964 - Géologie des Argiles (MASSON & Cie)

MUNIER P. - RIVIERE A. - 1946 - 1948 - Contribution à l'étude des argiles utilisées en céramique. (Publ. du Centre National d'Etudes et Recherches céramiques - Fasc. I et II).

RIVIERE A. - VISSE -1955 - Nouvelles recherches sur les argiles sédimentaires (Bul. du Gr. Fr.des argiles - tome VI - p.13)
FRIDMAN R - VERNET S. -

SOCIETE BEARNAISE - Poitiers (Archives) : Etudes de sol et de Fondation, réalisées dans la zône parcourue.

SCHOELLER H. - 1941 - Les conditions de formation des molasses et du Sidérolithique de la bordure du Bassin d'Aquitaine (C.R. des Séances de la Soc.géol.de Fr.- fasc. 5-6 et 7).

STEINBERG M. - 1960 - Utilisation de la mesure de la radioactivité naturelle des roches sédimentaires dans l'étude du Sidérolithique du Poitou (C.R. Ac.sc. T.251 - p.3022-3024).

- 1961 - Données nouvelles sur l'extension du Cénomanien dans le Secteur d'AIRVAULT (Deux-Sèvres)- (C.R. AC.Sc. t.252 p.2256-2258)

- 1961 - Nature minéralogique de la fraction argileuse des sédiments sidérolithiques et des argiles de décalcification de la feuille de POITIERS -(C.R. Ac.Sc. t.253 - p.148-150).

- 1961 - Etude minéralogique de la fraction argileuse des sédiments cénomaniens et sidérolitiques du Nord du Détroit Poitevin. (C.R. A.Sc. t.253 -p.1826-1828).

- 1963 - Utilisation du dosage de l'uranium par fluorimétrie dans l'étude du Paléogène continental du Seuil du Poitou.(B.S.G.I. 7° série - t.V - p.80-83).

TERZAGHI K. - 1951 - Mécanique théorique des Sols (DUNOD)

TERZAGHI K.- PECK R.B. - 1957 - Mécanique des Sols appliquée (DUNOD).

VADA'SZ E. - 1955 - Ele m.zö földtan (Akadémiai Kiadó - BUDAPEST).

VARLAN G. - Mécanique des Sols (Centre de diffusion de la Grande Masse de l'Ecole Nat. des Beaux-arts).

VERDEYEN J. - Mécanique des Sols de Fondations (2° édition EYROLLES - Paris).

VERNET J.P. - 1962 - Hypothèse sur la genèse de certains minéraux du groupe de la kaolinite dans une poche de sables sidérolithiques du MONT VUACHE (Savoie) (Bul. du Gr. Fr des Arg. tome XIII - p.47).

WELSCH - - 1903 - Réunion extraordinaire de la Soc. Géol. de Fr. à POITIERS - St-MAIXENT - NIORT - PARTHENAY -(Bul. soc.Géol. Fr.)

X

X X

TABLE DES PLANCHES

X

	Pages
- Extrait de la carte géologique.....	4-5
- Schéma montrant les trois stades de la formation des lentilles d'argile	28-29
- Figure schématique d'une poche de décalcification montrant les différentes zônes	30-31
- Carte des lieux d'échantillonnage	36-37
- Diagramme montrant la décomposition en familles de l'ensemble des échantillons analysés d'après leur WL et IP	54-55
- Tableaux des Résultats des analyses en laboratoire	
Famille N° 1	62-63
Famille N° 2	64-65
Famille N° 3	68-69
Famille N° 4	78-79
Famille N° 5	80-81
- Analyse granulométrique : Courbes représentatives des différentes familles	80-81

X

X X

TABLE DES MATIERES

	Pages
INTRODUCTION	1
SITUATION GEOGRAPHIQUE	3
I° PARTIE : Description des FORMATIONS GEOLOGIQUES de la Région étudiée.....	5
FORMATIONS SECONDAIRES	
Lias supérieur :	
- Domérien	
- Toarcien	8
- Aalénien	9
- Bajocien	10
- Bathonien	
- Callovien	11
Jurassique sup - Crétacé inf.....	12
La tectonique des couches jurassiques	13
La surface des plateaux calcaires ...	14
Le karst	15
FORMATIONS TERTIAIRES	
Calcaires et marnes lacustres	17
Sables et argiles multicolores..... (Sidérolithique)	18
- cuvette de VERNON	20
- cuvette de GENCAY	23
- cuvette de TERCE	24

Pages

Hypothèse sur l'origine et sur la mise en place des dépôts sidérolithiques.. 26

ARGILES DE DECALCIFICATION 30

ARGILES DE COMBLEMENT DES CAVITES KARSTIQUES SOUTERRAINES..... 32

II° PARTIE - GEOTECHNIQUE

I° paragraphe

- Lieu de prélèvement des échantillons Echantillonnage 37
- Equipement pour l'échantillonnage.. 38
- Préparation des matériaux pour les essais - Essais proprement dits.... 39
- Définition des caractéristiques physiques employées comme paramètre lors de la présente étude 40
- Facteurs déterminants des caractéristiques physiques d'un sol 43
- Quelques relations existant entre les caractéristiques physiques et mécaniques d'un sol 50

II° paragraphe

- Interprétation et discussion des valeurs obtenues 53
  - Famille N° 1 55
  - Famille N° 2 63
  - Famille N° 3 66

Pages

Famille N° 4 69
Famille N° 5 79

- Précision des mesures 81
- Confrontation des résultats géotechniques et des données géologiques 82
- Quelques résumés d'Etudes de sol en vue de fondation 89

  - Usine LECLANCHE - POITIERS 90
  - Usine des COMPTEURS - POITIERS 92
  - Hypogée 94
  - Fac. des Sciences - POITIERS.. 96
  - Z.U.P. COURONNERIES -POITIERS. 98

CONCLUSION 101

LISTE DES AUTEURS ET DOCUMENTS CONSULTES 103

TABLE DES PLANCHES 108

=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=